V ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, ФАХІВЦІВ, АСПІРАНТІВ






«ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВОМУ РЕГІОНІ. НАУКА І ПРАКТИКА»



Тези доповідей
(19-21 листопада 2019 р.,
ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь)

Маріуполь, 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

РАДА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ДВНЗ «ПДТУ»

ВІДДІЛ АСПІРАНТУРИ І ДОКТОРАНТУРИ ДВНЗ «ПДТУ»

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ






V ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, ФАХІВЦІВ, АСПІРАНТІВ

«Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика»

Тези доповідей

(19-21 листопада 2019 р., м. Маріуполь)

Маріуполь,
ДВНЗ «ПДТУ»
2019

УДК 620.9:621.3(08)

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика»: зб. тез доповідей / ДВНЗ «ПДТУ»,. – Маріуполь: ПДТУ, 2019. – 111 с.

Тези доповідей V всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика» містять результати теоретичних та експериментальних досліджень, науково-дослідницькі розробки молодих учених, спеціалістів підприємств та організацій, аспірантів, студентів України в галузі енергетики та енергозбереження.

Роботи публікуються в авторській редакції.

ЗМІСТ

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

Зміст

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ, МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

В. Е. Удод, магістрант НТУ «ХПІ», О. М. Федосеєнко, ст. викладач НТУ «ХПІ»

Надійність електричних мереж обумовлюється надійністю та параметрами електромережевого устаткування, а саме ліній електропередавання, трансформаторів, вимикачів і т.п., схемами з'єднання устаткування та режимами навантаження.

Оцінку надійності електричної мережі було проведено для мережі, схему електричних з'єднань якої наведено на рис. 1 (а). Оскільки лінії є найменш надійними елементами електричної мережі, розрахунки показників надійності по відношенню до шин 10 кВ знижувальної підстанції було визначено за схемою (рис. 1, б), що включає тільки паралельні повітряні лінії (ПЛ).

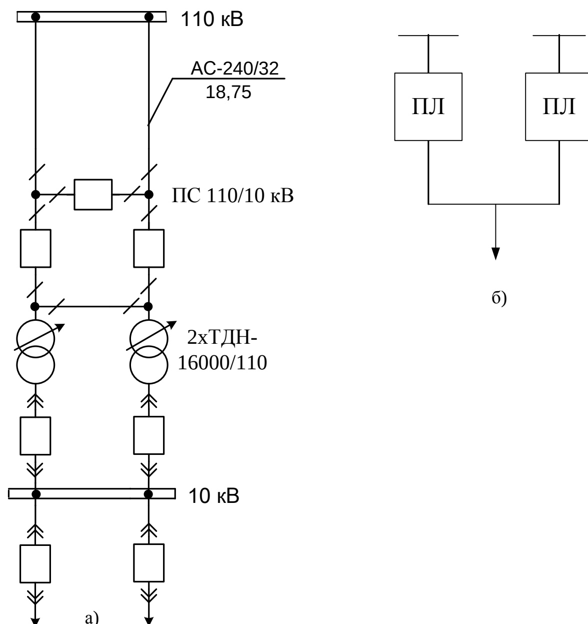


Рисунок 1 − Схема мережі (а) і спрощена схема розрахунків надійності вузла електричної мережі (б)

Згідно з даними питомої пошкоджуваності $\lambda = 1{,}22$ 1/(рік · 100 км) і часу простою при аварійних ($t_{ав} = 0{,}502 \cdot 10^{-3}$ 1/рік) і планових ($t_{к.р} = 27{,}4 \cdot 10^{-3}$ 1/рік, $t_{т.р} = 3{,}2 \cdot 10^{-3}$ 1/рік) відключеннях ліній 110 кВ [1] показники надійності мають вид. Частота відмов кожного кола ПЛ

$$\lambda_{ПЛ} = \lambda \bullet L_{ПЛ} / 100 = 1{,}22 \cdot 18{,}75 / 100 = 0{,}2288. \quad (1)$$

Можливий час відмов кожного кола ПЛ

$$\gamma_{авПЛ} = t_{ав} \cdot (1 - e^{-\lambda ПЛ}) = 0{,}502 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - e^{-0{,}2288}) = 0{,}\ 102 \cdot 10^{-3}. \quad (2)$$

Частота відмов паралельних кіл ПЛ

$$\lambda_{ПЛпар} = 2 \cdot \lambda_{ПЛ} \cdot \gamma_{авПЛ} = 2 \cdot 0{,}2288 \cdot 0{,}\ 102645 \cdot 10^{-3} = 4{,}6 \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

Середній час аварійного простою 1-го кола ПЛ $t_{ПЛ} = t_{ав} = 0{,}502 \cdot 10^{-3}$ 1/год. Тривалість планових ремонтів кожного кола ПЛ становить $t_{рПЛ} = 7{,}2 \cdot 10^{-3}$.

Можливий час аварійного простою одного кола ПЛ при аварійному й плановому простої іншого визначається як

$$\gamma_{авПЛ} = (\lambda_{ПЛ} \cdot t_{ПЛ}^{2} / 4) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \lambda ПЛ}) \quad (4)$$

$$\gamma_{пл\ ПЛ} = t_{ПЛ} \cdot (t_{рПЛ} - 0{,}5 \cdot t_{ПЛ}) \cdot (1 - e^{-\lambda ПЛ}) \quad (5)$$

Можливий час аварійної перерви паралельних кіл ПЛ становить $\gamma_{авПЛпар} = 1{,}4897 \cdot 10^{-6}$. Можливий час планової перерви паралельних кіл ПЛ $\gamma_{плПЛ} = 0$, оскільки одночасний ремонт двох ліній не проводиться.

Можливий час погашення споживача

$$t_{погаш.\ спож} = \gamma_{авПЛпар} \cdot T_{год} = 1{,}48 \cdot 10^{-6} \cdot 8760 = 0{,}0128 \text{ год / рік} \approx 1 \text{ хв / рік}.$$

Таким чином, модель розрахунків надійності двоколової лінії будується як сукупність моделей одноколових ліній, залежних до показників надійності окремих кіл (додаються показники надійності сумісних відмов і простоїв). Можливий час погашення споживача досліджуваної мережі становить 0,0128 год / рік.

Література

1. Барбашов, И. В. Общая характеристика и основы анализа установившихся режимов современных электрических систем и сетей / И. В. Барбашов. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 240 с.

2. Мінченко, А. А. Теорія надійності в задачах електроенергетичних систем : навч. посіб. / А. А. Мінченко, І. М. Богатирьов, О. П. Лазуренко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2012. – 141 с.

ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛОВОЇ ЧАСТИНИ КЕРОВАНОГО ФІЛЬТРА

С. С. Бондаренко, асп. М. А. Беззуб, студ. В. О. Крутько студ.
Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського

Багато соціальних та економічних видів діяльності залежать від якості електричної енергії. Тому необхідно компенсувати спотворення електричної енергії шляхом фільтрації гармонік струму та напруги. В разі спотворення форми напруги живлення незалежно від природи виникнення цих спотворень використовують послідовний силовий керований фільтр. В його функціональні можливості входять компенсація провалів, несиметрії і гармонійних складових в напрузі мережі, вирівнювання коефіцієнта дози флікера. Принцип роботи послідовного керованого фільтра полягає у тому, що напівпровідниковий перетворювач формує у своїх мережних провідниках напругу, за гармонійним складом аналогічний напрузі навантаження (за винятком першої гармоніки), але протилежний за знаком. У результаті відбувається компенсація неосновних гармонік напруги навантаження.

Послідовно включений керований фільтр (рис. 1) підключається до мережі (e_s,R_s,L_s) через вольтододаточний трансформатор (*TV*). Первинною обмоткою до мережі та навантаження (R_{load}), а вторинна обмотка через пасивний LC фільтр (C_f,L_f), який застосовується для усунення високочастотних пульсацій, підключена до транзисторного перетворювача, в колі постійного струму, під'єднаний накопичуючий конденсатор *С*.

Оскільки послідовний керований фільтр підключається до мережі через однофазний двообмотковий вольтододаточний трансформатор та згладжуючий LC-фільтр, то вибір їх параметрів відіграє важливу роль в компенсаційних властивостях фільтра. Тому для більш детального дослідження вхідних та вихідних параметрів елементів компенсатора, використовуючи метод чотириполюсників, були побудовані частотні характеристики чотириполюсника вольтододаточного трансформатора та чотириполюсника згладжуючого фільтра, які з'єднані між собою

послідовно (рис. 2).

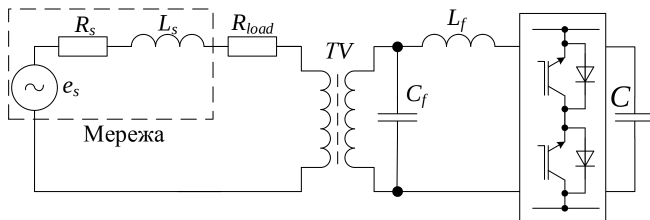


Рисунок 1 – Функціональна схема однофазного послідовного силового керованого фільтра

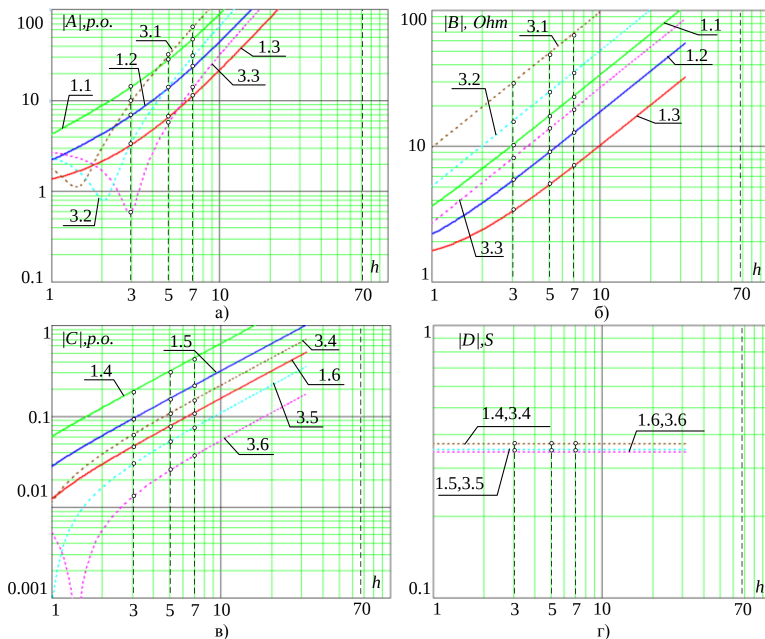


Рисунок 2 – Частотні характеристики чотириполюсника: а) частотна характеристика параметра *A*; в) частотна характеристика параметра *B*; д) частотна характеристика параметра *C*; ж) частотна характеристика параметра *D*; The notation keys: *h* – номер гармоніки; 1 – *k*=1, *L*=0.01мГн; 2 – *k*=1, *L*=0.005мГн; 3 – *k*=1, *L*=0.0025мГн; 4 – *k*=3, *L*=0.01мГн; 5 – *k*=3, *L*=0.005мГн; 6 – *k*=3, *L*=0.0025мГн; 1.1 – *k*=1, *C*=0.0002Ф; 2.1 – *k*=1, *C*=0.0001Ф; 3.1 – *k*=1, *C*=0.00005Ф; 4.1 – *k*=3, *C*=0.0002Ф; 5.1 – *k*=3, *C*=0.0001Ф; 6.1 – *k*=3, *C*=0.00005Ф

При послідовному з’єднанні чотириполюсника параметри *ABCD* визначаються наступним чином:

$$A = A_{TV}A_F + B_{TV}B_F; B = A_{TV}B_F + B_{TV}D_F;$$
$$C = A_F C_{TV} + C_F D_{TV}; D = B_F C_{TV} + D_{TV}D_F.$$

Для визначення впливу *LC*-фільтра та трансформатора проводимо серію досліджень при зміні коефіцієнта трансформації *k* та параметрів L_f та C_f.

Аналіз отриманих частотних характеристик елементів силової частини однофазного послідовного силового керованого фільтра, показав, що зміна параметрів вольтодадаточного трансформатора та згладжуючого *LC*-фільтра призводить до зміни коефіцієнта передачі на всьому досліджуваному діапазоні. Результати досліджень характеристик дозволили сформувати підхід до вибору параметрів елементів керованого фільтра.

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ ТА СТРУМУ ОДНОФАЗНОГО ПОСЛІДОВНОГО КЕРОВАНОГО ФІЛЬТРА

С. С. Бондаренко, асп. М. А. Беззуб, студ. В. О. Крутько студ.
Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського

Електроприймачі проектують і виконують такими, щоб якнайкраще їх функціонування досягалося при живленні від напруги заданої амплітуди і синусоїдальної форми з частотою 50 Гц. Проте в реальних мережах виникають відхилення якості електроенергії від ідеальних параметрів. В разі спотворення напруги живлення використовують послідовні силові керовані фільтри. Важливою умовою коректної роботи пристрою є підтримка напруги та струму на заданому рівні, незалежно від зовнішніх впливів.

Послідовний силовий керований фільтр підключається послідовно з навантаженням через однофазний двообмотковий вольтододаточний трансформатор. Первинною обмоткою до мережі навантаження, вторинною обмоткою трансформатор підключений до силової частини керованого фільтра.

При роботі трансформатора послідовного керованого фільтра виникає вплив струму навантаження на напругу компенсації, що призводить до погіршення компенсаційних властивостей фільтрокомпенсуючого пристрою Таким чином виникає задача мінімізації цього впливу. З цією метою використовують системи автоматичного управління.

Для синтезу системи автоматичного регулювання напруги компенсації скористаємось відомим принципом визначення структури

регуляторів. Передаточна функція силової частини керованого фільтрокомпенсуючого пристрою має такий вигляд:

$$W_{Fi}(s)=\frac{i_F(s)}{u_m(s)}=\frac{U_c}{2L_f U_{t\max}s}=\frac{1}{K_{Fi}s},$$

де i_F – струм силової частини, u_m – напруга мережевої частини перетворювача, L_f – індуктивність згладжуючого реактора, U_C – напруга на шині постійного струму, U_{tmax} – амплітуда трикутного сигналу ШІМ, $K_{Fi}=2LU_{tmax}/U_C$ –коефіцієнт передачі за струмом.

Передаточна функція керованого фільтру за напругою має вигляд:

$$W_{Fu}(s)=\frac{U_F(s)}{I_F(s)}=\frac{3U_A}{\sqrt{2}CU_{cm}s}=\frac{1}{K_{Fu}s},$$

Передаточні функції датчика струму та напруги має вигляд:

$$W_{Ti}(s)=\frac{K_{Ti}}{T_{Ti}s+1};W_{Tu}(s)=\frac{K_{Tu}}{T_{Tu}s+1},$$

Передаточна функція вольтододаточного трансформатора, покладаючи Т-подібну схему заміщення має вигляд:

$$W_{TV}(s)=\frac{K_1(T_1s+1)}{T_2s+1},$$

де $K_1=R_3/k(R_1+R_3)$ – коефіцієнт,

R_1– активний опір первинної обмотки, R_3 – активний опір обмотки намагнічування,

k – коефіцієнт трансформації трансформатора,

$T_1=(L_1+L_3)/(R_1+R_3)$ – постійна часу,

L_1 – індуктивність первинної обмотки,

L_3 – індуктивність обмотки намагнічування,

$T_2= L_3/R_3$ – постійна часу.

Припустимо, що налаштування контурів струму та напруги виконується на симетричний оптимум. У результаті нескладних операцій їх передаточні функції мають вигляд.

$$W_{Ci}(s)=K_{Pi}+K_{Ii}\frac{1}{s};W_{cu}(s)=K_{Pu}+K_{Iu}\frac{1}{s},$$

де K_{pi},K_{Ii},K_{pu},K_{Iu} – відповідні пропорціональні та інтегральні коефіцієнти:

$$K_{Pi}=\frac{K_{Fi}}{2T_{Ti}K_{Ti}},K_{Ii}=\frac{K_{Fi}}{8T_{Ti}^2K_{Ti}};K_{Pu}=\frac{K_{Ti}K_{Fu}}{2T_{Tu}K_{Tu}};K_{Iu}=\frac{K_{Fu}K_{Ti}}{8T_{Tu}^2K_{Tu}}.$$

На рис. 1 приведена структурна схема системи автоматичного регулювання.

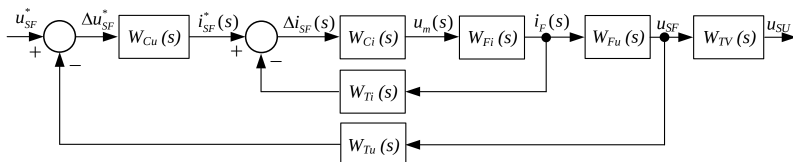
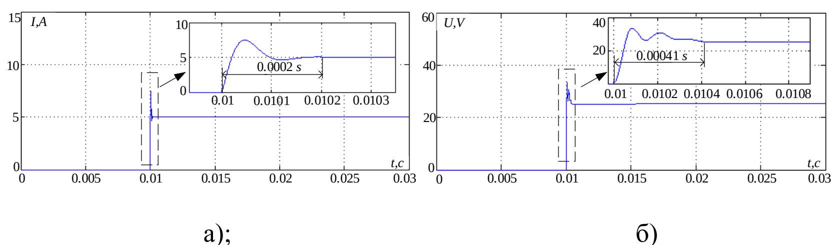


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного регулювання

В віртуальному середовищі була створена система автоматичного регулювання. Результати дослідження роботи системи приведені на рис. 2.



а); б)

Рисунок 2 – Осцилограми:
а) контуру регулювання струму; б) контуру регулювання напруги

В результаті була отримана система автоматичного управління однофазного послідовного силового керованого фільтра з підпорядкованим регулюванням координат з двома контурами.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБЛЕННЯМ ТА РОЗПОДІЛОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

О. М. Довгалюк, к.т.н., доц., К. А. Мірошник, асп., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В Україні з 2017 року вступив в силу Закон «Про ринок електричної енергії» [1], згідно з яким з 1 липня 2019 було впроваджено норми Третього енергетичного пакету ЄС, в тому числі стосовно поділу обленерго за напрямками розподілу і постачання електроенергії. Окрім цього для під’єднання до об’єднаної енергосистеми ЄС необхідним є встановлення та забезпечення виконання вимог до якості електропостачання, зокрема щодо надійності енергопостачання, комерційної якості послуг та якості

електричної енергії. Тому одним із важливих моментів, зазначених у законі є розробка та впровадження автоматизованих "розумних мереж" для керування генерацією та розподілом електричної енергії в Україні, що заплановано здійснити за період до 2035 року [2].

На сьогодні в українських енергетичних компаніях впровадження нових технологій відбувається доволі кволо. До теперішнього часу витрати на ІТ все ще традиційно належать до незахищених статей інвестиційного і фінансового планування, тож фінансуються за залишковим принципом, а формування тарифу, яке поки ще далеке від ринкових правил, обмежує такі інвестиції. Тому поки учасники ринку очікують впровадження проміжного рішення – RAB-тарифу, який підтримає реалізацію проектів у поточних умовах і в умовах підготовки до нового ринку електроенергії.

Основними результатами «інтелектуалізації» електромережевого комплексу має стати зниження витрат як на розвиток, так і на утримання наявної інфраструктури за рахунок вдосконалення процесів управління. Це буде досягнуто шляхом підвищення керованості об'єктів електроенергетики, розвитку засобів диспетчеризації у цілях оперативно-технологічного управління і впровадження різних сервісів, в т. ч. забезпечуючих активне залучення споживачів у процес управління енергетичним комплексом (активний споживач).

Література

1. Про ринок електричної енергії [Електронний ресурс] : Закон України від 13.04.2017 р. № 2019-VIII, ред. від 17.11.2019 р. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19

2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс] : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085

ЗАРЯДНІ СТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА БАЗІ ФОТОВОЛЬТАЇЧНИХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ

П.В. Тонконог, магістрант, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Станція зарядки електромобілів - це обладнання, яке забезпечує підключення електромобіля (Electric Vehicle, EV) до джерела електроенергії для підзарядки електромобілів та гібридів. Деякі станції зарядки мають вдосконалені функції, такі як інтелектуальне

вимірювання, можливість мобільного зв'язку та підключення до мережі, а інші - більш базові [1].

Зарядними станціями також називається обладнання для постачання електричних транспортних засобів (Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE) і надається в міських місцях паркування електричними комунальними компаніями або в торгових центрах приватних компаній. Ці станції пропонують спеціальні роз'єми, які відповідають різноманітності стандартів електричних роз'ємів для зарядки [1].

Різні типи EVSE забезпечують різну швидкість зарядки. Станції зарядки 1-го рівня використовують штепсель змінного струму змінного струму напругою 120 Вольт і потребують виділеного кола, пропонуючи близько 8 км відстані за кожну годину зарядки. Станції 2 рівня заряджаються за допомогою штепселя змінного струму на 240 В і вимагають встановлення домашньої зарядки або громадського зарядного обладнання. Станції 2-го рівня забезпечують дальність від 15 до 30 км за кожну годину зарядки. Зарядні пристрої 2 рівня є найпоширенішими і заряджаються приблизно з тією ж швидкістю, що і домашня система [2].

Зарядні пристрої 3 рівня також відомі як швидкі зарядні пристрої постійного струму. На рівні 3 використовується штепсельна вилка постійного струму 480 В. Вони обходять бортовий зарядний пристрій і подають постійний струм до акумулятора через спеціальний порт зарядки. Швидкі зарядні пристрої постійного струму забезпечують відстань до 60 км на кожні 10 хвилин зарядки, але сумісні не з усіма транспортними засобами. Крім того, деякі станції зарядки придатності, такі як Tesla Supercharger, розроблені для більш швидкісного заряду [2].

Література

1. Solar thermal power plants [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.eia.gov/energyexplained/solar/solar-thermal-power-plants.php

2. Electric vehicle charging station [Electronic resource]. – Mode of access: https://whatis.techtarget.com/definition/electric-vehicle-charging-station

ІНФОРМАЦІЙНО АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ

О.В. Шутенко, к.т.н., доц., С.І. Швець, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

На сьогодні на кафедрі «Передача електричної енергії» НТУ

«ХПІ» проводиться активна розробка інформаційно-аналітичної системи (ІАС) «СИРЕНА». Дана система призначена для зберігання, накопичення, представлення, обробки та дослідження діагностичної інформації й формування висновків про стан устаткування.

Функціональні переваги використання ІАС:

1) Зберігання інформації:

- введення й зберігання паспортних даних устаткування;
- введення й зберігання даних вимірів і випробувань устаткування;
- введення й зберігання даних про режими експлуатації устаткування;
- введення й зберігання в базі даних інформації про аварійні режими роботи електричних мереж і їх параметрів;
- введення й зберігання обліку ремонтів устаткування;
- введення й зберігання нормативно-довідкової бази даних.

2) Представлення інформації:

- вивід до друку паспортних даних устаткування;
- формування й друк зведеного протоколу по конкретних випробуваннях за конкретний період часу;
- формування й друк комплексного протоколу по всіх видах випробувань;
- графічне представлення результатів випробувань як у вигляді часових рядів контрольованих параметрів, так і у вигляді залежностей по запиту оператора;
- графічне представлення результатів діагностичних оцінок, стану об'єкта (рис. 1).

3) Обробка інформації:

- оцінка стану електроенергетичного устаткування на основі результатів випробувань, регламентованих національними нормативними документами й закордонними методиками;
- використання альтернативних методик оцінки стану устаткування, у тому числі й авторських методик;
- діагностика в устаткуванні дефектів, що розвиваються;
- прогнозування залишкового ресурсу основних елементів ізоляції;
- формування й видача рекомендацій про можливість подальшої експлуатації устаткування за результатами випробувань;
- планування складу й строків проведення випробувань;
- планування строків ремонтних робіт за станом устаткування, а не за календарним планом.

Важливою перевагою ІАС «СИРЕНА» перед існуючими аналогами є те, що при діагностиці стану устаткування використовуються не тільки методи, регламентовані в нормативній документації, але й знання експертів і авторські методики для:

- оцінки достовірності результатів періодичного контролю стану трансформаторних масел;
- виявлення дефектів, що розвиваються, за результатами хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів, на основі аналізу динаміки зміни концентрацій;

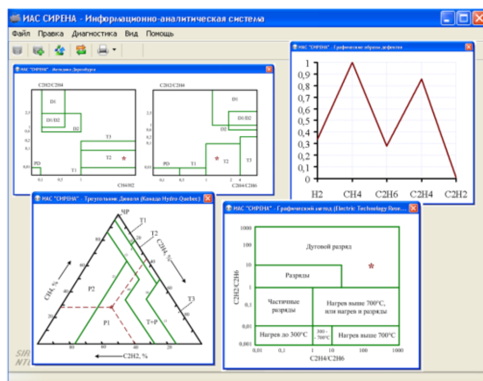


Рисунок 1 – Інтерпретації результатів хроматографічного аналізу графічними методами в ІАС «СИРЕНА»

- розпізнавання причин росту концентрацій розчинених у маслі газів;
- автоматичної побудови й розпізнавання образів дефектів;
- визначення типових і граничних концентрацій розчинених у маслі газів;
- оцінки ступеня старіння трансформаторних масел;
- кількісної оцінки ефективності методів сушіння й регенерації масел;
- прогнозування значень показників трансформаторних масел.

Впровадження ІАС «СИРЕНА» в енергопідприємствах України, дозволить не тільки значно підвищити достовірність результатів діагностики стану високовольтного електроенергетичного устаткування, але знизити витрати на експлуатацію обладнання, що відпрацювало свій нормативний строк служби.

ОЦІНКА СТУПЕНЯ СТАРІННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТРАЄКТОРІЇ ПОКАЗНИКІВ

О. В. Шутенко, к.т.н., доц., С. Г. Пономаренко, асп.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Одним з істотних недоліків існуючої системи діагностики стану трансформаторних масел є відсутність можливості для оцінки ступеня старіння трансформаторних масел у разі, коли значення показників знаходяться в області допустимих значень. Дана обставина не дозволяє виявити трансформатори з аномальним старінням масла на ранній стадії, тобто ще до того, як ці показники досягли своїх граничних значень, що є істотним недоліком. Ця обставина значно ускладнює обслуговування трансформаторів за їх поточним станом, а не за календарним планом.

Для усунення даного недоліку пропонується використовувати метод траєкторій. Під впливом робочої температури, електричного поля, вологи і кисню повітря з ростом тривалості експлуатації відбувається зміна значень показників трансформаторного масла. При цьому показники можна розглядати як функції часу, що представляють собою траєкторії, що описують переміщення цих величин з плином часу. Якщо є можливість заздалегідь визначити і встановити еталонні траєкторії, то, порівнюючи дійсні траєкторії з еталонними, можна встановити, до якого з класів належить об'єкт за своїм станом. Еталонні траєкторії, що характеризують зміни стану конкретних об'єктів, можна отримати внаслідок тривалого спостереження за поведінкою таких об'єктів в період експлуатації або фізичного чи математичного моделювання процесів, що протікають в об'єкті з плином часу. Для побудови еталонних траєкторій авторами були використані результати періодичних випробувань стану трансформаторного масла з 249 трансформаторів напругою 110 кВ і номінальною потужністю від 6,3 до 63 МВА. Як приклад на рис. 1 наведено еталонні траєкторії, що відображають зміну в часі кольору трансформаторних масел в трансформаторах з різним значенням коефіцієнта завантаження.

Загальна процедура оцінки ступеня старіння трансформаторних масел полягає в наступному. Діагностується часовий ряд показників трансформаторного масла та перевіряється їх приналежність одночасно трьом траєкторіям. При цьому перша траєкторія має

середнє завантаження рівна середньому завантаженню діагностованого трансформатора, друга - найближчу велику, третя найближчу - меншу. Висновок: якщо діагностований ряд належить першій траєкторії, то старіння масла вважається нормальним.

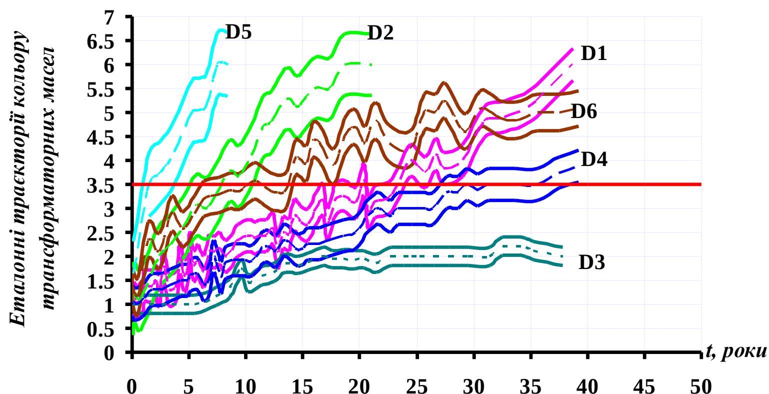


Рисунок 1 – Еталонні траєкторії кольору трансформаторних масел

Якщо діагностований ряд належить траєкторії з більш високим завантаженням, то незалежно від того перевищило значення показника граничне значення чи ні, старіння вважається аномальним і рекомендується застосувати заходи щодо інгібування процесів старіння (заміна силікагелю, сушка, добавка антиокисних присадок, регенерація масла і т. д.). Якщо ж діагностований тимчасовий ряд показників належить траєкторії з меншим завантаженням, то з'ясовуються причини, через які відбулося зниження значення показника. Тобто чи є зниження значення показника наслідком оперативного втручання персоналу або ж сталася помилка при відборі проб масла і проведенні випробувань. В якості діагностичної міри відстані запропоновано використовувати величину L, що характеризує відстань між діагностованою траєкторією і центрами найближчих еталонних траєкторій. Відстань між точкою a на діагностованій траєкторії і центром еталонної траєкторії точкою x в i-ий момент часу визначається як:

$$L_{(\nu)}(x, a) = \left(\sum_{j=1}^{N} \left| x_j - a_j \right|^{\nu} \right)^{\frac{1}{\nu}},$$

де ν – міра відстані, ν=2.

Діагностована траєкторія відноситься до однієї з еталонних, якщо виконується умова $L_i = \mathbf{min},$ то $x \in D_i$.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ДЕФЕКТІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АРГ

О.В. Шутенко, доц. к.т.н., О.С. Кулик, асп., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В даний час для розпізнавання типу дефекту за результатами аналізу розчинених у маслі газів (АРГ) різними міжнародними, національними та відомчими стандартами рекомендуються критерії, які істотно різняться між собою. В результаті використання різних стандартів при діагностиці стану одного і того ж обладнання може призвести до постановки різних діагнозів. Особливо гостро ця проблема проявляється при діагностиці маслонаповненого обладнання з дефектами комбінованого типу, тобто з такими дефектами, при яких мають місце електричні розряди, що супроводжуються нагріванням. Як приклад на рис. 1 наведено результати діагностики для 15 трансформаторів, в яких були виявлені розряди з високою щільністю енергії, що супроводжувалися перегрівами з температурою вище 700°С при використанні стандарту IEC 60599, трикутника Дюваля, квадрата ETRA і методу графічних областей. Діапазони значень відношень газів отримані для аналізованої вибірки наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення відношень газів в обладнанні з розрядами високої щільності енергії, що супроводжувалися перегрівами з температурою вище 700 °С

Значення відношень газів					
CH_4/H_2	C_2H_6/CH_4	C_2H_4/C_2H_6	C_2H_2/CH_4	C_2H_2/C_2H_6	C_2H_2/C_2H_4
0,36-0,66	0,42-0,86	3,8-4,92	1,65-3,52	0,86-6,0	0,1-0,99

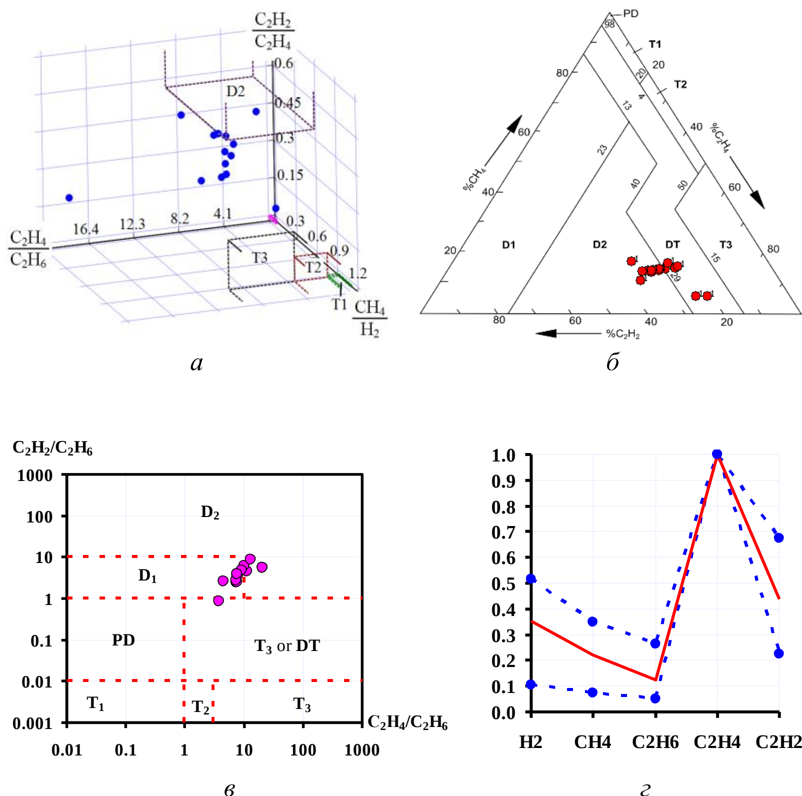


Рисунок 1 – Результати діагностики обладнання з розрядами високої щільності енергії, що супроводжувалися перегрівами з температурою вище 700°С при використанні стандарту IEC 60599 (*а*), трикутника Дюваля (*б*), квадрата ETRA (*в*), методу графічних областей (*г*)

Як видно з рисунку використання стандарту IEC 60599 (рис. 1 *а*) призводить до відмови від розпізнавання, оскільки в даному стандарті значення відношень газів, наведені в табл. 1 не регламентовані ні для одного з типів дефекту. Використання трикутника Дюваля (рис. 1 *б*) показало наявність як розрядів з високою щільністю енергії, так і розрядів з перегрівами. Діагностика за допомогою квадрата ETRA (рис. 1 *в*) показала наявність розрядів з низькою і високою щільністю енергії. Використання методу графічних областей (рис. 1 *г*) дозволило

поставити вірний діагноз для всіх 15 аналізованих трансформаторів, виключно через те, що в авторській базі даних була еталонна графічна область, побудована за результатами АРГ обладнання з даним дефектом.

Аналізуючи результати, наведені на рис. 1 (*а-в*) можна констатувати, що, незважаючи на відмінність використовуваних критеріїв, у 3 порівнюваних методах точки, що відображають стан діагностованих трансформаторів, розташовані досить компактно і займають досить обмежену область простору ознаки. У зв'язку з цим основним напрямком підвищення достовірності розпізнавання типу дефекту за результатами АРГ, є коригування граничних значень використовуваних критеріїв стосовно до обладнання з конкретним діагнозом.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕЙДЕРАМИ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ

О. М. Довгалюк, к.т.н., доц., І. С. Яковенко, асп., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Україна в останні роки поступово переходить до нової моделі енергоринку, що характеризується створенням нових сегментів ринку, появою нових учасників та нових послуг на енергоринку, зміною структури генерації, впровадженням нових механізмів формування тарифів на електроенергію [1]. Одними з нових учасників енергоринку є трейдери, які мають здійснювати купівлю електричної енергії виключно з метою її перепродажу на ринку.

На сьогоднішній день функціонування трейдерів в Україні має досить низьку ефективність, оскільки для них немає необхідних умов для зберігання енергії. Це пов'язано з тим, що в Україні функціонує всього кілька станцій, які можуть акумулювати енергію у великій кількості. Серед них переважно:

- гідроакумулюючі електростанції, яким за технологією зберігання необхідно використовувати великі території, що негативно впливає на прилеглі території;
- блоки акумуляторних батареї, які мають велику питому вартість.

В якості вирішення цієї проблеми трейдери можуть скористатися іншими системами накопичення енергії (СНЕ), які на сьогоднішній день активно використовуються в світі [2].

Аналіз ефективності застосування СНЕ трейдерами є складним багатокритеріальним завданням, яке повинно вирішуватися з

урахуванням поточної ситуації на ринку електроенергії. Для проведення такого аналізу був розроблений критерій ефективності використання СНЕ трейдерами в умовах енергоринку, який визначається виразом:

$$P_{\Sigma}(x) = \sum_{i=1}^{n} D_{Szi}(x) - \sum_{i=1}^{n} D_{dzi}(x) - \sum_{i=1}^{n} D_{Stzi}(x) - \sum_{i=1}^{n} D_{aszi}(x), \quad (1)$$

де x – тип СНЕ, яка застосовується при роботі трейдерів; $P_{\Sigma}(x)$ – сумарний прибуток трейдера за період часу [0, n] при використанні СНЕ виду x; $\sum_{i=1}^{n} D_{Szi}(x)$ – вартість проданої трейдером електричної енергії на ринку за період часу [0, n]; $\sum_{i=1}^{n} D_{dzi}(x)$ – вартість купленої трейдером електричної енергії на ринку за період часу [0, n]; $\sum_{i=1}^{n} D_{Stzi}(x)$ – вартість зберігання електричної енергії при використанні СНЕ виду x за період часу [0, n]; $\sum_{i=1}^{n} D_{aszi}(x)$ – вартість амортизації та обслуговування СНЕ виду x за період часу [0, n].

Для порівняння різних варіантів застосування СНЕ, які можуть застосовуватись трейдерами для функціонування на ринку електричної енергії, та визначення економічно доцільного з них знаходимо максимальне значення коефіцієнту ефективності відповідно до виразу

$$P_{\Sigma}(x) \to \max. \quad (2)$$

Із застосуванням запропонованого критерію ефективності використання СНЕ трейдерами в умовах енергоринку був виконаний порівняльний аналіз різних типів СНЕ великої потужності, який показав, що на сьогоднішній день економічно найбільш доцільним є застосування акумуляторних батарей.

Таким чином, для трейдерів в Україні існує великий потенціал використання нових технологій зберігання енергії, що значно підвищить ефективність їх функціонування як учасника енергоринку.

Література:

1. Про ринок електричної енергії [Електронний ресурс] : Закон України від 13.04.2017 р. № 2019-VIII, ред. від 17.11.2019 р. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19

2. Підвищення ефективності роботи електричної мережі з відновлюваними джерелами енергії при використанні систем накопичення енергії в умовах енергоринку України / О.М. Довгалюк, Р.В. Бондаренко, Ш.Н. Саїдов, І.С. Яковенко // Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'19 : зб. наукових праць VI Міжнар. науково-технічної та навчально-методичної конф. / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2019. – С. 64–65.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

С. М. Волянський, к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів, К. П. Крицький, магістр, І. С. Кріт, магістр, В. О. Макарчук, магістр, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

У зв'язку із зростанням потреби автоматизації технологічних процесів і заміни людини в небезпечних для неї умовах роботи широке застосування в сучасному виробництві та наукових дослідженнях знаходять роботи. У більшості випадків під роботом маються на увазі програмно-керовані автоматичні маніпулятори, що виконують робочі операції зі складними просторовими переміщеннями [1].

При виконанні технологічної задачі змінюється конфігурація робота. Через взаємовплив ланок робота їх багатозв'язкових електроприводів (ЕП) характеризується змінними моментами інерції і моментами статичного навантаження. Це створює суттєві проблеми при оптимізації контурів швидкості й положення механізмів роботів. Багато роботів мають автономні джерела живлення, наприклад, акумуляторні або сонячні батареї. У зв'язку із обмеженістю ресурсів таких джерел живлення гостро стоїть задача економії витрат споживаної енергії приводами роботів, тому головною задачею оптимізації управління позиційним електроприводом роботів за технологічною ознакою є реалізація таких траєкторій переміщення робочих органів робота, при яких мінімізуються витрати енергії при найбільшої швидкодії руху в межах необхідної точності позиціонування [2, 4].

Застосування класичних систем позиціонування механізмів робота не забезпечує перераховані вимоги. Для електроприводів роботів, як систем з високою складністю і неповною інформацією про об'єкт управління, найбільш ефективними є інтелектуальні методи управління приводом (фаззи-управління і системи на базі нейронних мереж), які дозволяють сформулювати на логічній основі необхідні

алгоритми управління при багатьох вхідних змінних.

Математичні моделі різних варіантів реалізації регуляторів положення (параболічний, фаззі-регулятори з двома і трьома вхідними змінними і однією вихідною, фаззі-регулятор на основі нейронної мережі) реалізовані в пакеті Matlab (Simulink) [3]. Проведений порівняльний аналіз показників якості регулювання при використанні таких регуляторів показав, що застосування фаззі-регулятора з трьома вхідними змінними прийнятний для багатокоординатного електроприводу роботів. Навчання фаззі- регулятора дозволяє усунути помилку позиціонування і зменшити перерегулювання в порівнянні з ненавченим фаззі-регулятором.

Література

1. Зенкевич, С. Л. Основы управления манипуляционными роботами [Текст] / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – М. : Изд-во МГУ им. Баумана, 2014. – 480 с.

2. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные роботы и системы управления [Текст] / Л. А. Станкевич // Нейрокомпьютеры – разработка, применение. – 2015. – № 8–9. – С. 54–66.

3. Махмуд Бассам Применение фаззи-регулятора позиционирования в управлении многосвязанным электроприводом [Текст] // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов / МЭИ. – Москва, 2014.– С. 116–118.

4. Усков, А. А. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики [Текст] / А. А. Усков, В. В. Круглов. – Смоленск : Смоленская городская типография, 2003. – 177 с.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЖИВУЧОСТІ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Я. Б. Волянська, доцент, к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів, О. В. Величко, магістр, Є. В. Лірник, магістр, О. В. Пронін, магістр, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Мостові крани виробляють більшу частину підйомно-транспортних робіт. Вони виконують не тільки обслуговуючі функції, а й нерідко включені безпосередньо до технологічного процесу. Від їх надійної та безперебійної роботи залежать продуктивність процесу, його техніко-економічні показники, безпека обслуговуючого персоналу [1].

Вирішення проблеми підвищення надійності та безпечної експлуатації мостових кранів багато в чому визначається особливостями і якісними показниками електроприводу (ЕП) механізму підйому, до якого пред'являють ряд жорстких вимог, найважливішими з яких є: забезпечення високої продуктивності, безперебійності роботи, безпеки обслуговування, простоти експлуатації і ремонту, тобто забезпечення безпеки та живучості.

В даний час для переважної більшості вантажопідйомних кранів мостового типу в якості ЕП раціональним є використання асинхронного електроприводу (АЕП), як найбільш простого, дешевого і надійного.

У зв'язку з цим актуальним є розробка та дослідження АЕП механізму підйому мостових кранів з підвищеною безпекою і живучістю, як єдиної електромеханічної системи в комплексі з сучасними системами безпеки на базі мікроконтролерного (МК) пристрою, що виконує не тільки функції захисту від небезпечних виробничих впливів і реєстрації параметрів крана, а й функції управління ЕП, діагностики технічного стану конструкцій, відповідальних вузлів і агрегатів в процесі роботи крана [2, 3].

На рис. 1. приведена функціональна схема системи управління частотно-регульованим АЕП із забезпеченням живучості. Завдання на струми в фазах АД формуються функціональним перетворювачем (ФП), а задана частота обертання валу двигуна контролюється регулятором швидкості (РС) і датчиком швидкості (РС).

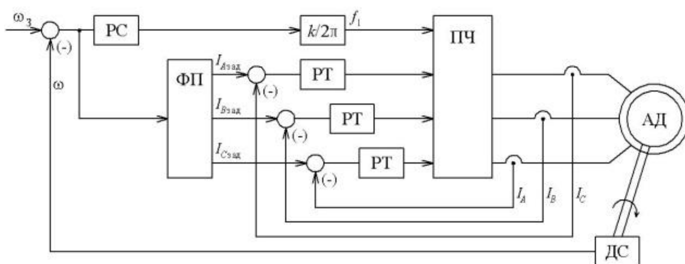


Рисунок 1 – Функціональна схема системи управління частотно-регульованим АЕП із забезпеченням живучості

При обриві фази в АД відбувається різке збільшення фазних струмів до рівня $I_{огр} = 2I_н$. При цьому двигун не тримає номінальне навантаження, і частота обертання падає до нуля.

Застосування алгоритму відновлення дозволяє продовжити

роботу двигуна в аварійному режимі роботи: струм статора залишається на номінальному рівні, частота обертання і значення активної потужності падають у рази.

Таким чином, використання алгоритму відновлення працездатності забезпечує живучість АД в аварійному двофазному режимі, а також управління двигуном, наприклад при пуску.

Література

1. Александров, М. П. Грузоподъемные машины / М. П. Александров. – М. : Высшая школа, 2010. – 552 с.

2. Однокопылов, Г. И. Обеспечение живучести электродвигателей переменного тока / Г. И. Однокопылов, И. Г. Однокопылов : монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 187 с.

3. Харлов, Н. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике / Н. Н. Харлов. – Томск : Изд-во ТПУ, 2007. – 207 с.

БАГАТОПРИВІДНА СИСТЕМА КОМПРИМІЮВАННЯ

М.В. Антонова, старший викладач, М.Л. Антонов, доцент,
Національний університет «Запорізька політехніка»

Вступ. Системи компримірювання використовуються в багатьох галузях промисловості. Вони залежать від системи стиснення, від приводного двигуна та від умов, що обумовлені промисловістю.

Матеріал дослідження. Для підвищення техніко-економічних показників компресора та запобігання виникненню аварійних режимів роботи в компресорі ми пропонуємо використовувати тридвигунну електромеханічну систему показану на рисунку 1.

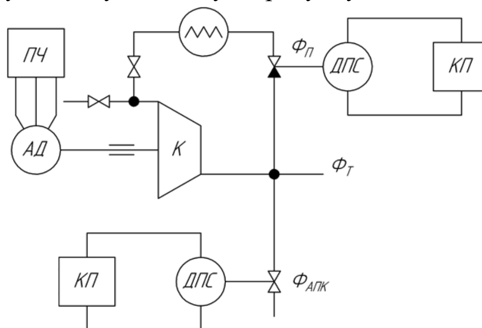


Рисунок 1 – Тридвигунна електромеханічна система

Огляд ранніх розробок на нелінійних, двовимірних моделях

компресора Longley [1]. У літературі починаючи з публікації Moore і Greitzer [2] показана якісна й кількісна відповідність їхньої моделі з експериментальними даними. Однак, їхня комплексність робить їх менш підходящими для використання в системах керування.

Перевищення тиску й масова витрата через компресор на заданій швидкості обертання представлені в моделі Greitzer відповідно до характеристики компресора.

Вивчення електромеханічних перехідних процесів засноване на аналізі і рішенні диференціальних рівнянь електричної машини [4-6]. При їх складанні необхідна відома ідеалізація, яка дозволила б отримати досить прості електромагнітні зв'язку при правильному відображенні основного електромагнітного процесу в машині.

Для запобігання виникненню помпажу в розглянемо двоступеневе керування з використанням двох каналів керування. З врахуванням цих каналів рівняння динаміки турбокомпресора приймають наступний вигляд:

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dt}\Phi_n = -\dfrac{1}{T_b}\Phi_n + \Phi'\dfrac{K_b}{T_b}, \\ \dfrac{d}{dt}\Phi = -\dfrac{\Phi}{T} + \dfrac{K}{T}\cdot \\ \cdot\sqrt{\dfrac{1}{l_C}\left(\psi_{C0}(\omega) + k_H\omega^2\left(1+\dfrac{3}{2}\left(\dfrac{\Phi_n+\Phi'}{k_W\omega}-1\right)-\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\Phi_n+\Phi'}{k_W\omega}-1\right)^3\right)-\Psi\right)}, \\ \dfrac{d}{dt}\Psi = \dfrac{1}{4B^2 l_C}\left(\Phi - \Phi_T - \Phi_{АПК} - \Phi_n\right). \end{cases}$$

Система комприміювання являє собою складну взаємопов’язану нелінійну електромеханічну систему з декількома електроприводами.

Висновки. Зміна швидкості обертання двигуна та витрат через компресор дозволяють зсунути робочу точку та забезпечити безаварійну роботу компресора. Використання байпасних та антипомпажних клапанів дозволяє деформувати газодинамічну характеристику компресора та підвищити його коефіцієнт корисної дії.

Література

1. Longley, J. P. A Review of Nonsteady Flow Models for Compressor Stability / J. P. Longley // Journal of Turbomachinery. – 1994. – Vol. 116, N 2. – P. 202–215.

2. A Theory of Post-Stall Transients in Axial Compression Systems: Part II – Application / E. M. Greitzer, F. K. Moore // Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 1986. – Vol. 118, N 2. – P. 231–239.

3. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода : учебник для вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. – 6-е изд., доп. и перераб. – М. : Энергоиздат, 1981. – 576 с.

4. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – 3-е изд., испр. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1975. – 768 с.

5. Белов, Г. А. Теория автоматического управления: линейные непрерывные системы : учебное пособие / Г. А. Белов. – Чебоксары, Изд. ЧГУ, 2011.– 282 с.

6. Теория автоматического управления : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1 / Н. А. Бабаков [и др.]; под ред. А. А. Воронова. – М. : Высш. школа, 1986. – 367 с.

АНАЛІЗ ПОБУДОВИ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ

М.Л. Антонов, доцент, Національний університет «Запорізька політехніка», О.О. Ніколаєнко, аспірант, Національний університет «Запорізька політехніка»

Перетворювачі частоти отримують широке застосування в багатьох галузях промисловості. За своїми властивостями вони, в основному, перетворюють змінну напругу в змінну. Більша частина всіх перетворювачів частоти побудована за дволанковою схемою: випрямлення та інвертування [1]. Між двома ланками зазвичай встановлюють фільтр постійного струму. В якості основного елемента фільтра застосовують конденсатори та дроселі. В залежності від типу схеми інвертора застосовують різні комбінації вищезазначених елементів [2]. Для автономних інверторів струму основним елементом кола постійного струму є дросель, який підтримує на незмінному рівні струм в колі постійного струму. Для автономних інверторів напруги основним елементом кола постійного струму є електролітичний конденсатор. Його роль пов’язана із багатьма функціями: джерело живлення, фільтрація високочастотних завад тощо. Склад такого кола

постійного струму майже не залежить від типу автономного інвертора: автономний інвертор напруги на швидкодіючих напівпровідникових ключах [3] чи на тиристорах зі штучною комутацією [4].

Розглянемо більш детально склад фільтрів постійного струму. Самим простим типом фільтру є конденсатор, який ввімкнений паралельно між випрямлячем та інвертором з обов’язковою прив’язкою до інвертора. При цьому додаткове обладнання, яке додатково включається в коло постійного струму приєднується зі сторони випрямляча, що є обов’язково для роботи перетворювача частоти в цілому. Для усунення аварійних режимів роботи, пов’язаних із протіканням великого значення струму через випрямляч, під час початкового зарядження конденсатора встановлюють обмежуючі реактори. Проте постійне використання зазначених реакторів призводить до постійних втрат електричної енергії, тобто виникає необхідність в шунтуванні вищезазначених реакторів в сталих режимах роботи перетворювача частоти [5]. В режимах рекуперації енергії від двигуна до кола постійного струму можливі випадки, коли енергії рекуперації буде занадто багато. В таких випадках додатково встановлюють гальмівні резистори, на яких розсіюються надлишки електричної енергії. При цьому значно зменшується енергоефективність роботи перетворювача частоти в цілому. Останні тенденції розвитку фільтрів постійного струму показують високу енергетичну ефективність перехресне включення двох конденсаторів та двох дроселів в колі постійного струму. Таке включення є більш енергоефективним з точки зору живлення асинхронних двигунів [6], проте початкові капіталовкладення значно підвищуються.

Розглянута топологія показує велику кількість елементів, яка може бути застосована в фільтрах постійного струму. Проте всі дослідження, які проводилися, в основному, були направлені на перетворювачів частоти середньої та великої потужності. Дослідження топології малопотужних перетворювачів частоти майже не досліджені та потребують додаткового вивчення. Якщо провести аналогію з тиристорними електроприводами постійного струму, то зі зменшенням номінальної потужності споживачів значно збільшуються втрати в перетворювачах.

Отже, проведене дослідження різних типів елементів кола постійного струму, визначено їх вплив на енергоефективність роботи перетворювача частоти малої потужності, сформовані задачі

подальшого дослідження впливу елементів фільтра в колі постійного струму малопотужних перетворювачів частоти.

Література

1. Концепция построения двухзвенных непосредственных преобразователей частоты для электроприводов переменного тока / Р. Т. Шрейнер [и др.] // Электротехника. – 2002. – № 12. – С. 30–39.

2. Розанов, Ю.К. Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Квasнзок. – М. : Изд-во МЭИ, 2009. – 632 с.

3. Ефимов, А. А. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока / А. А. Ефимов, Р. Т. Щрейнер; под ред. Р. Т. Шрейнера. – Новоуральск: Изд-во НГТИ, 2001. – 250 с.

4. Карташов, Р. П. Тиристорные преобразователи частоты с искусственной коммутацией / Р. П. Карташов, А. К. Кулиш, Э. М. Чехет. – К. : Техника, 1979. – 152 с.

5. Белов, Г .А. Влияние входного фильтра на динамику импульсного преобразователя / Г. А. Белов, И. В. Ильин // Электричество. – 2005. – № 12.– С. 59–67.

6. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. Г. Соколовский. – М. : Академия, 2006. – 272 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ СУЧАНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ

М.Л. Антонов, доцент, Д.І. Супрун, магістр, Д.А. Бєляєва, магістр, С.Г. Гаврильченко, магістр, Національний університет «Запорізька політехніка»

Принцип роботи перетворювачів частоти заснований на постійній зміні відкритого/закритого стану силового напівпровідникового ключа. В якості ключа можуть бути використані різні типи зазначених силових напівпровідникових елементів. Розглянемо найпоширеніші типи.

Діоди – некеровані напівпровідникові прилади, провідність яких повністю залежить від прикладеної напруги. Їх умовно поділяють на діоди малої, середньої та великої потужності. При цьому діоди також поділяються на низькочастотні та високочастотні.

Одноопераціїйні тиристори – прилади, що переходять у провідний

стан під дією прямої напруги та імпульсу керування. При цьому однооопераційні тиристори неможливо вимкнути будь-яким сигналом керування на керований електрод.

Двоопераційні тиристори мають однаковий принцип роботи при включенні з однооопераційним тиристором, проте є можливість закриття двоопераційного тиристора під дією зворотного імпульсу керування. Проте номінальний ряд потужності, що випускаються промисловістю, значно нижчий у порівнянні з однооопераційними тиристорами.

Окремим класом керованих тиристорів є фототиристори та оптронні тиристори, в яких сигнал передається шляхом світлового випромінювання.

Попередньо розглянуті тиристори мають незмінний напрямок протікання струму, проте в багатьох схемах необхідно використовувати реверсивне ввімкнення тиристорів. В такому випадку використовують симистори, які реалізовані за принципом зустрічно-паралельного включення двох однооопераційних тиристорів.

Біполярні транзистори також можуть бути використані в силових схемах, проте недоліком їх роботи є постійна необхідність підтримання сигналу керування на базі. Перевагою біполярного транзистора є можливість побудови повністю керованого напівпровідникового ключа.

Уніполярні транзистори мають суттєву перевагу над біполярним через високий вхідний опір, що значно підвищує енергоефективність всієї схеми шляхом зменшення втрат при роботі електричної схеми в цілому.

Біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT) є найбільш перспективні для роботи в силових схемах перетворювачів частоти через поєднання властивостей уніполярного транзистора відносно вхідного опору, керованості як у біполярного транзистора та гальванічний розв’язок силових кіл від кіл керування.

Тенденція розвитку елементної бази спрямована на уніфікацію силових напівпровідникових ключів, зменшення їх встановленої потужності, зниження втрат і зменшення потужності керування. В даний час випускаються інтегральні блоки, до складу яких входять не тільки елементи силового ключа, а й формувачі сигналів керування цими ключами (драйвери, або, як їх інакше називають, формувачі сигналів керування). Такий блок є складовою частиною більшості

пристроїв перетворювальної техніки. Інтегральна схема, яка містить три напівмоста з драйверами, є основною частиною перетворювачів електричної енергії.

До складу інтегральної схеми крім модуля силового блоку і драйвера входить діагностичний блок, який контролює струми й напруги на силових елементах, температуру структури й формує сигнали, що блокують драйвер при виникненні аварійних режимів. Крім того, інтелектуальний модуль має діагностичні висновки, за сигналами яких можна судити про причини блокування сигналів керування силовими транзисторами.

Проведений аналіз елементної бази показав необхідність використання біполярних транзисторів з ізольованим затвором як найбільш перспективних та гнучких при побудові силових частин перетворювачів частоти.

Література

1. Шавьолкін О. О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії : навч. посібник / О. О. Шавьолкін; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків, 2015. – 403 с.

2. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснзок. – М. : Изд-во МЭИ. – 2009. – 632 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ВІТРОВОГО ПОТОКУ ЯК ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

А. А. Савенко, студент, С. С. Кліщенко, студент,
І. М. Коцур, доцент *НУ «Запорізька політехніка»*

Вітрові електростанції (ВЕС) за популярністю займають друге місце (після сонячних електростанцій) в генерації електроенергії з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). На вересень 2019 року їх загальна потужність склала 860 МВт. Лише в 2019 році введено 326 МВт нової потужності. В січні-вересні 2019 року ВЕС виробили більше 1 млрд кВт-год електроенергії. Це на 300 млн кВт-год більше обсягу спожитої електроенергії всіма будівельними компаніями України за той же період. Найближчими роками встановлена потужність ВЕС в Україні може зрости в шість разів.

Наразі готуються до будівництва, або вже будується, десятки нових вітропарків, загальною встановленою потужністю 6,4 тис. МВт [1].

Коефіцієнт використання встановленої потужності для ВЕС в

Україні складає приблизно 30 %. Це пов'язано з тим, що виробництво електроенергії з ВДЕ прив'язано до погодних умов. Тому розробка імітаційної моделі вітрового потоку для підвищення ефективності використання вітрового потенціалу є актуальною задачею.

Моделювання швидкості вітру являє собою досить складну задачу, тому що дане джерело енергії постійно змінюється в часі і просторі. В результаті досліджень було виділено чотири основних моделі швидкості вітру: детермінована, ймовірна, спектральна і нечітка. Кожна з них знаходить свою область застосування. Так, з енергетичної точки зору, на рівні техніко-економічних розробок найбільш застосовна імовірнісна модель або розподіл Вейбулла. Детермінована модель дозволяє визначити потужність, яку вироблено вітроенергетичними установками (ВЕУ) при заданої середньої швидкості вітру. В дослідженнях, де необхідний облік поривів і різких змін вітру, звертаються до спектральної моделі. Нечітка ж модель вітру зручна і найбільш актуальна при моделюванні процесів керування ВЕУ, так як дозволяє сформувати досить гнучку систему керування.

В рамках даної роботи була розроблена імітаційна модель вітрового потоку в пакеті Matlab Simulink яка близька до спектральної моделі і може бути використана для рішенні задач керування ВЕУ.

Література

1. Бизнес Цензор. Энергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/r3157247

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОНОМНИХ ІНВЕРТОРІВ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

О.А. Плахтій., доцент кафедри ЕтЕм, В.Р. Цибульник, студент 6 курсу Українського державного університету залізничного транспорту

У світі існує значна тенденція розвитку електромобілів. Електромобіль представляє сучасний регульований електропривід, який оснащується тими чи іншими видами автономних інверторів напруги (АІН), використовуються для асинхронних, синхронних, вентильно-індукторних і інших видів машин.

Найважливішим показником роботи АІН є енергоефективність, яка визначається наступними показниками:

- ККД, що залежить від статичних і динамічних втрат в ключах і додаткових втрат, пов'язаних з опором провідників і живлення ланцюгів системи управління;
- коефіцієнт пульсації і спектр вищих гармонік вхідного струму, від яких залежать додаткові втрати від вищих гармонік в лініях електропостачання;
- синусоїдальність вихідної напруги і вихідного струму, від яких залежать додаткових втрати від вищих гармонік в навантаженні АІН, якої найчастіше є асинхронний електродвигун.

Вищенаведені показники енергоефективності залежать не тільки від використовуваної в АІН елементної бази IGBT або MOSFET-транзисторів, але і від обраного алгоритму модуляції

Таким чином стоїть задача: забезпечити енергоефективність автономних інверторів напруги за рахунок вдосконаленого алгоритму модуляції, а саме режиму перемодуляції. У даному режимі амплітуда синусоїдального сигналу завдання навмисно задається вище амплітуди несучого пилоподібного сигналу, тобто коефіцієнт модуляції $k>1$.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати можливості застосування режиму перемодуляції в ШІМ для АІН;
2. Розробити залежності вихідної потужності, коефіцієнта гармонійних спотворень вихідного струму та напруги від коефіцієнта модуляції;
3. Визначити оптимальні значення коефіцієнта модуляції, які зможуть покращити енергоефективність АІН.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ

М.М. Зіпунніков, к.т.н., с.н.с., ІПМаш ім. А.М. Підгорного НАН України, О.В. Кошельник, к.т.н., доцент, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Пошук альтернативних джерел енергії є одним з найважливіших завдань сучасності. Використання водню в якості енергоносія відкриває широкі перспективи для розвитку паливно-енергетичного комплексу. Основна увага дослідників, як і раніше, прикута до можливості отримання водню з води.

Основними аргументами, які свідчать на користь розширення масштабів виробництва і використання водню, є наявний потенціал вітроенергетичних ресурсів для отримання екологічно чистого

енергоносія – водню. У даний час основними джерелами отримання водню є органічна сировина, що не дозволяє розглядати його в якості потенційного ресурсу в зв'язку із зростаючим їх дефіцитом.

Виробництво екологічно чистого енергоносія не повинно здійснюватися із забрудненням навколишнього середовища, що знижує економічний ефект від впровадження водневих технологій. Тому в якості перспективних джерел енергії для виробництва водню, у першу чергу, слід розглядати поновлювані види енергії, запаси яких характерні для багатьох регіонів України

Одним з найбільш перспективних напрямків розвитку енергетики, в тому числі автономної, є використання водню в якості універсального енергоносія. Це обумовлено значною поширеністю даного елемента в природі, його високою ефективністю як палива, можливістю використання водню в альтернативних спалюванню процесах перетворення енергії. Всі енерготехнологічні процеси, що використовують водень, відрізняються високою екологічною чистотою.

Автомобільні компанії світу вже давно почали виробляти транспорт з низькою токсичністю викидів відпрацьованих газів. Однак кардинальним вирішенням транспортно-екологічних проблем є використання водню в якості палива. Сучасний рівень водневих технологій дозволяє виробляти і накопичувати водень безпосередньо в умовах водневих заправних станцій і використовувати його в якості палива в автомобільному транспорті. Для подолання енергоекологічної кризи пропонується створення вітроводневих заправних станцій з метою забезпечення автотранспорту екологічно чистим паливом – воднем.

Оскільки водень має щільність у 8 разів нижче, ніж метан, а температура кипіння рідкого водню на 57 К нижче, ніж у рідкого азоту, то традиційні методи компактного зберігання водню (в стиснутому і зрідженому вигляді) пов'язані з високими матеріальними і енергетичними витратами.

Водень, як носій енергії в водневих паливних елементах, є можливим варіантом для зберігання різних кількостей енергії протягом тривалого часу з малими втратами. Проаналізовано різні рішення для автономних енергетичних об'єктів на основі енергії сонця та вітру – фотоелектричні системи для перетворення первинного випромінювання сонця, вітрогенератори і технології електролізу високого тиску для виробництва водню і буферного його зберігання в газоподібному стані або в металогідридних акумуляторах. Розроблено універсальну технологію, що може бути використана для забезпечення

потужності малих і середніх автономних об'єктів або приватних господарств із застосуванням альтернативних джерел та зберігання енергії. У технології застосовуються передові зразки електролізерів водню для ефективного зберігання надлишкової енергії, отриманої з поновлюваних джерел, для подальшого використання в паливних елементах.

Література

1. Соловей, В. В. Влияние режимних факторов на эффективность электролизера високого давления / В. В. Соловей, А. С. Жиров, А. А. Шевченко // Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования: сб. науч. трудов / ИПМаш НАН Украины. – Харьков, 2003. – С. 250–254.
2. Повышение эффективности процесса генерации водорода в электролизерах с газопоглощающим электродом / В. В. Соловей, А. А. Шевченко, И. А. Воробьева, В. М. Семикин // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета : сб. науч. трудов. – Харьков, 2008. – Вып. 43. – С. 69–72.
3. Шевченко, А. А. Использование ЭЛАЭЛов в автономных энергоустановках, характеризующихся неравномерностью энергопоступления / А. А. Шевченко // Авиационно-космическая техника и технология : сб. научн. тр. / Гос. аэрокосмический ун-т "ХАИ". – Харьков, 1999. – Вып. 13. – С. 111–116.
4. Hydrogen technology of energy storage making use of wind ower potential / V. V. Solovey [et al.] // Проблемы машиностроения. – Харьков, 2017. – Т. 20, № 1. – С. 62–68.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ ПУСКОВЫХ РЕЖИМОВ ЗАРЕЗОНАНСНЫХ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

В.Ю. Ноженко, ассист., Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

Переходные процессы в зарезонасных вибрационных машинах (ВМ) являются определяющими работоспособность, энергетические показатели приводных систем. Исследования указанных переходных процессов связаны с анализом поведения достаточно сложных кинематических, механических, электромеханических объектов: непосредственно ВМ, системы электропривода, элементов системы энергоснабжения. Сказанное означает не только конструктивную общность комплекса, но и подходы, с помощью которых анализируются статические и динамические режимы. Это означает так

же то, что математический аппарат, описывающий поведение комплекса целесообразно рассматривать с позиции единства системы уравнений механики и электромеханики. В силу этого, на практике получил широкое применение метод электромеханической аналогии всего комплекса [1]. Превалирующим при решении таких задач является замена уравнений механики соответствующими уравнениями электротехники. Как известно, при научных исследованиях наиболее быстрое решение поставленных задач достигается с использованием моделей, которые включают модели электрических двигателей, ВМ и элементов связывающих их. Такой подход позволяет многократно сократить время для решения задачи.

Для исследования переходных процессов в зарезонансной одномассовой ВМ направленного действия в работах [2, 3] использован метод электромеханической аналогии, согласно которому построен электрический аналог механической системы, который представляет собой последовательный резонансный *RLC*-контур. Данный электрический аналог позволяет исследовать нестационарные процессы, наблюдающиеся при изменении частоты напряжения, прилагаемого к контуру, что характерно для разгона вибрационных систем, в частности, прохождения резонансной частоты в зарезонансных ВМ.

Для исследования процессов в электрическом аналоге ВМ рассмотрена его математическая модель на основании уравнения

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} = U_0 \cos \omega t \,, \qquad (1)$$

где L – индуктивность; i – ток; R – сопротивление; C – емкость; U_0 – амплитудное значение напряжения; ω – циклическая частота колебаний.

Оценка пусковых процессов в ВМ на базе электрического аналога может выполняться с помощью метода мгновенной мощности, позволяющего более точно исследовать процессы по сравнению с интегральными методами, которые справедливы на одном периоде:

$$P_0 = \frac{1}{T}\int_0^T U(t)i(t)dt \,, \qquad (2)$$

где T – период колебаний; $U(t)$ – мгновенное значение напряжения; $i(t)$ – мгновенное значение тока.

Мгновенная мощность определяется согласно выражению

$$P(t) = U(t)i(t). \qquad (3)$$

С помощью выражения (3) в [2, 3] была получена временная зависимость мгновенной мощности при пуске и прохождении резонансной зоны. Анализ полученной зависимости показал, что поведение мгновенной мощности в *RLC*-контуре во время резонанса аналогично поведению вибрационного момента [4] в процессе пуска ВМ. До резонанса, как и мгновенная мощность, так и вибрационный момент имеют положительное значение, а после достижения резонанса резко переходят в отрицательную область. Анализ временной зависимости мгновенной мощности показал, что это связано с тем, что в последовательном резонансном контуре энергия, запасенная в реактивностях, постоянно перекачивается из емкости в индуктивность и наоборот.

Таким образом, использование электромеханической аналогии позволяет адекватно и с меньшей трудоемкостью исследовать энергообменные процессы, возникающие в неустановившихся пусковых режимах зарезонансных ВМ.

Литература

1. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей / Г. И. Атабеков. – М. : Энергия, 1969. – 424 с.

2. Ноженко, В. Ю. Нестационарные процессы в последовательном резона сном контуре / В. Ю. Ноженко, Д. И. Родькин, В. В. Ченчевой // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук, 2016. – Вип. 5 (100). – С. 9–18.

3. Ноженко, В. Ю. Энергопроцессы в аналоге зарезонансной вибрационной машины / В. Ю. Ноженко // Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації : зб. наукових праць XIV Міжнар. науково-техн. конф. молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 14–15 квітня 2016 р. / КрНУ. – Кременчук, 2016. – С. 87–88.

4. Особенности пуска зарезонансных вибрационных машин с дебалансными вибровозбудителями / В. Ю. Ноженко, Д. И. Родькин, В. В. Ченчевой // Вестник Национального технического университета

«Харьковский политехнический институт». – Харьков, 2015. – Вып. 12 (1121). – С. 218–223.

ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

А.І. Кошка, магістрант Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», О.М. Федосеєнко, ст. викладач Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Ситуація, що склалася на енергетичних та промислових об'єктах, вимагає проведення контролю електромагнітної обстановки (ЕМО) перш ніж розмістити на них сучасне обладнання на основі мікропроцесорних технологій. Також бажано проведення періодичного контролю ЕМО з метою виявлення несприятливих змін внаслідок старіння заземлювального пристрою, реконструкцій і т.п. [1]. Першою фазою реалізації контролю ЕМО являється його оцінка, яка звичайно проводиться з використанням експериментально – розрахункових методів.

Оцінка ЕМО охоплює низку робіт, серед них [1]: оцінка експлуатаційного стану заземлювального пристрою, включаючи заземлення засобів грозозахисту; визначення трас розтікання струмів при короткому замиканні і грозовому розряді; довготривалий моніторинг перешкод у вторинних ланцюгах; вимірювання рівнів перешкод в інформаційних ланцюгах і ланцюгах живлення при комутаційних операціях; оцінка якості напруги живлення; оцінка рівня електромагнітних полів.

Для вимірювання електромагнітних полів використовують спеціальні прилади, антени і т.п. Для визначення рівнів магнітних завад в місцях розташування апаратури при короткому замиканні у високовольтних мережах із заземленою нейтраллю необхідне застосування аналітичних методів, як і у ряді інших випадків.

При необхідності, проводиться низка додаткових розрахунків: рівнів полів і наведень при короткому замиканні в силовій мережі, оцінка потенціалів на заземленні енергооб'єктів в аварійних ситуаціях. Таке обстеження дозволяє своєчасно виявити і врахувати виникаючі проблеми при розробці захисних заходів. Завдяки такому обстеженню можна успішно застосовувати сучасну концепцію захисту навіть на таких об'єктах, проектування яких в частині живлення, грозозахисту і т.п., велося без урахування вимог електромагнітної сумісності.

Література

1 Кечиев, Л. Н. Защита объектов телекоммуникаций от электромагнитных воздействий / Л. Н. Кечиев, Б. Б. Акбашев, Н. В. Балюк. – Москва : Грифон, 2014. – 472 с.

АВТОНОМНИЙ СОНЯЧНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС (СЕК) З ЕЛЕКТРОЛІЗЕРОМ ВИСОКОГО ТИСКУ

А.Л. Котенко, пров. інж. відділу водневої енергетики, Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Підгорного НАН України, м. Харків

Перебіг електрохімічних реакцій на електроді здійснюється тільки при досягненні певного потенціалу і супроводжується нелінійної залежністю напруги від струму. Це дає можливість поставляти електричну енергію на електролізну комірку безпосередньо від первинного джерела енергії (сонце) в складі автономного енергетичного комплексу.

На рис. 1 представлена схема автономного сонячно-енергетичного комплексу з електролізерів високого тиску (ЕВТ) [1, 2].

Комутаційно- інверторний блок призначений для перетворення напруги різних джерел енергії в стандартну напругу 220 В, частотою 50 Гц, яке необхідно для живлення ЕВТ.

У таблиці наведені характеристики основних елементів схеми автономного сонячно-енергетичного комплексу.

Таблиця – Технічні характеристики елементів схеми автономного сонячно-енергетичного комплексу

ЕВТ	СЕУ, Вт		ПЕ, Вт			АКБ, А·ч		Комутаційно-інверторний блок
Продуктивність, м^3/год	Потужність Вт	Напруга, В	Потужність Вт	Напруга, В	Струм, А	Ёмнсть, А·ч	Напруга, В	Потужність Вт
(0,1-0,4)·10^{-3}	20	18	0,4-1,6	1,8-2	0,25-0,8	2,5	2	–
1·10^{-3}	100	18	3-4	4-5	0,9-1,0	24	12	1000

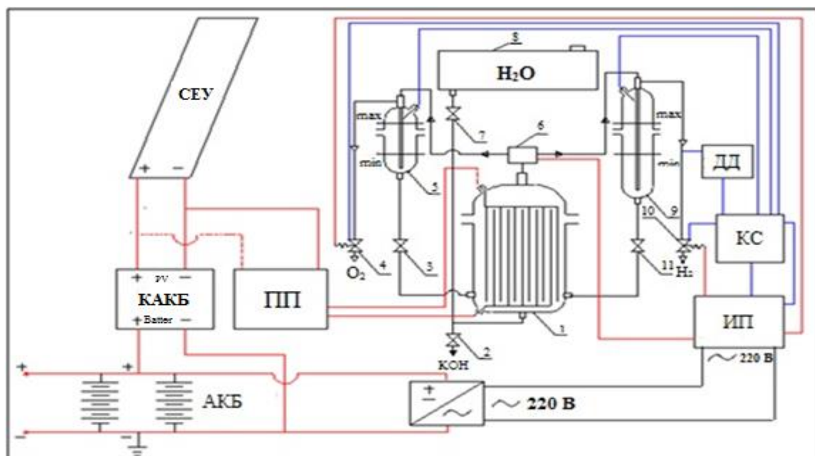


Рисунок 1 – Схема автономного сонячно-енергетичного комплексу з електролізером високого тиску

1. Електрохімічний осередок; 2. Кран зливу електроліту (КОН) з гідравлічної системи електролізера; 3, 11 Кран зворотного зв'язку кисневого і водневого сепаратора; 4. Кран з електромеханічним приводом для автоматичного скидання кисню в систему зберігання; 5. Кисневий сепаратор; 6. Електромеханічний перемикач газорідинного потоку; 7. Кран заповнення гідравлічної системи електролізера електролітом; 8. Технологічний бак зберігання H2O; 9. водневий сепаратор; 10. Кран з електромеханічним приводом для автоматичного скидання водню в систему зберігання.

АКБ – акумуляторна батарея; КАКБ – контролер акумуляторної батареї, ДД – датчик тиску, ИП – джерело живлення; КС – контролер системи; ПП – переключатель полярности; СЕУ – перемикач полярності

АКБ призначена для накопичення надлишкової енергії, що виробляється сонячною батареєю, з подальшим спрацьовуванням її на електролізері високого тиску в періоди низької сонячної активності.

ПЕ перетворює хімічну енергію палива (водню і кисню) в електрику.

СЕУ - перетворює енергію сонячної радіації в електричну енергію.

Література

1. Effective Membrane-less Technology for High Pressure Hydrogen Electro-chemical Generation / V. Solovey [et al.] // French-Ukrainian Journal of Chemistry. – 2018. – Vol. 6, N 1. – P. 151–156. **DOI:**https://doi.org/10.17721/fujcV6I1P151-156.

2. Improvement of the Membrane-less Electrolysis Technology for Hydrogen and Oxygen Generation / V. Solovey [et al.] // French-Ukrainian Journal of Chemistry. – 2018.– Vol. 6, N 2. – P. 73–79. **DOI:**https://doi.org/10.17721/fujcV6I2P73-79

АВТОНОМНИЙ ВІТРОВОДНЕВИЙ ЕНЕРГОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС (ВВЕТК) З БУФЕРНИМ НАКОПИЧЕНЯМ ЕНЕРГІЇ

А.А. Шевченко, гол. інж.відділу водневої енергетики; Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Підгорного НАН України, м. Харків

Акумулювання великих обсягів надлишкової енергії стає все більш важливим в контексті переходу людства від викопного палива до поновлюваних джерел енергії. Ідеальним носієм енергії, який можна накопичувати і зберігати необмежено довго є водень - самий енергоємний і екологічно чистий газ.

Завдання, яке ставили перед собою автори - розробити досить просту і дешеву технологію генерації водню під високим тиском, отриманого від відновлювальних джерел енергії, для забезпечення безперервної роботи як малих і середніх автономних об'єктів, так і великих промислових систем - стала в останні роки однією з найактуальніших в енергетиці найближчого майбутнього.

В відділі водневої енергетики Інституту проблем машинобудування ім О.М. Підгорного НАН України (ІПМаш НАН України) розроблено іноваційний електролізер високого тиску модульної конструкції [1], що забезпечують можливість отримання необхідної продуктивності шляхом послідовного об'єднання уніфікованих електролізних осередків між собою. Як показали лабораторні дослідження електрохімічного процесу розкладання води, використання в якості матеріалу електродів металів зі змінною валентністю знижує енергоємність процесу, дозволяє виключити необхідність використання іонообмінних мембран [2]. При цьому тиск згенерований газів обмежений дише характеристиками міцності осередку і елементів конструкції електролізера високого тиску (ЕВД). Генерація газів під високим тиском повністю виключає з

технологічного процесу компресорне обладнання для стиснення газів, зможливістю їх акумульованя

Застосування в складі ВВЕК інноваційної електролізної технології в порівнянні з традиційними електролізерами забезпечує наступні переваги [3]:

1. Зниження на 10-15 % енерговитрат на одиницю виробленого продукту. Досягнутий рівень енергоспоживання становить 3,8-4,1 кВт·ч / $м^3$.

2. Максимально досягнутий рівень робочого тиску 70 МПа дозволяє повністю відмовитися від використання компресорного обладнання.

3. Відсутність розділових мембран істотно підвищує надійність і безпеку експлуатації системи.

4. В електрохімічному генераторі водню і кисню високого тиску не використовуються рідкоземельні метали і метали платинової групи, що значно здешевлює вартість основного устаткування.

5. Чистота одержуваного в результаті електрохімічної реакції водню - 99,98 % і кисню - 99,95 %.

При розробці немережевих (автономних) енергоустановок, що використовують альтернативний (поновлюваний) вид енергії, необхідно передбачати додаткові системи вирівнювання енергонадходження та буферного накопичення водню.

Сучасний рівень водневих технологій дозволяє виробляти і накопичувати водень безпосередньо в умовах водневих заправних станцій і використовувати його в якості палива в автомобільному транспорті. Автомобільні компанії світу вже давно почали виробляти транспорт з низькою токсичністю викидів відпрацьованих газів.

Література

1. Зипунников, Н. Н. Разработка процесса получения водорода из воды с использованием сплавов на основе кремния и алюминия / Н. Н. Зипунников, В. Б. Трошенькин // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2008. – № 3. – С. 51–55. – Режим доступу: http://library.kpi.kharkov.ua/files/JUR/ite_2008_3_Zipunnikov_Razrabotka_protsessa.pdf

2. Hydrogen technology of energy storage making use of windpower potential. Problemy Mashinostroyeniya / V. Solovey [et al.] // Проблемы машиностроения. – 2017. – Т. 20, № 1. – С. 62–68. – Режим доступа: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjKoJCDpKTmAhUL-yoKHWFaD9AQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fjournals.uran.ua%2Fjme%2Farticle%2Fdownload%2F96745%2F92086&usg=AOvVaw1F6KoStLRQsRqjX6scHreZ

3. Зипунников, Н. Н. Совершенствование процесса получения водорода в баллонном / Н. Н. Зипунников, В. Б. Трошенькин // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2009. – № 8. – С. 22–27. – Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/29907/1/vestik_ KhPI_2009_8_Zipunnikov_Sovershenstv_protsessa.pdf

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СТРУМУ КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В УМОВАХ НЕСИНУСОЇДНОСТІ ТА НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ

О.С. Савенко, С.К. Поднебенна, В.В. Бурлака, С.В. Гулаков,
ДВНЗ «ПДТУ»

Широке поширення електрообладнання, функціонування якого потребує споживання реактивної потужності, призвело до завантаження електричних мереж реактивними складовими струмів. Для забезпечення оптимального режиму роботи електричної мережі впроваджується компенсація цих складових, що здійснюється з використанням компенсуючих пристроїв.

Одним з оптимальних варіантів вирішення проблеми компенсації реактивних складових є використання гібридного компенсатора реактивної потужності (ГКРП), у якому пасивна частина з’єднана послідовно з активною частиною. Авторами запропоновані алгоритми керування роботою ГКРП та перевірена їх коректність за допомогою математичного та імітаційного моделювання.

В умовах симетричної напруги живлення для розрахунку величини реактивної потужності, яку необхідно компенсувати, та струму завдання використаний алгоритм, заснований на теорії миттєвої потужності. Відповідно до обраного алгоритму виконується перетворення векторів, що обертаються в системі координат a-b-c, в нерухому у просторі систему координат α-β-0. Однак варто зізначити, що систему координат α-β-0 доцільно використовувати лише у разі симетричної трифазної системи напруг, бо при несиметрії напруг розглянутий метод є нездатним компенсувати ВГ, навіть більш того – є додатковим джерелом ВГ струму, тому його застосування небажано при наявності несиметрії або несинусоїдальності напруги.

При несиметрії і / або несинусоїдності напруг мережі був використаний dq-алгоритм керування роботою компенсатора. Цей підхід дозволяє формувати симетричну трифазну синусоїдну систему струмів, незалежно від спектру і несиметрії напруги мережі.

Використання запропонованих підходів до розрахунку струму гібридного компенсатором дозволяє забезпечити режим компенсації реактивної потужності та підтримки синусоїдності струму мережі.

АВТОНОМНІ ЗАРЯДНІ СТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

С.К. Поднебенна, доц., к.т.н., В.В. Бурлака, доц., д.т.н.,
С.В. Гулаков, проф., д.т.н., ДВНЗ «ПДТУ»

Станом на 2019 рік в Маріуполі кількість електромобілів становить близько 200, і їх кількість швидко і неустанно збільшується. Орієнтовна кількість електромобілів до 2023 року в Маріуполі становитиме 2000 одиниць.

Проектом передбачається розробка систем зарядки акумуляторів від відновлювальних джерел; створення автономних зарядних станцій (з живленням від електростанцій на базі відновлювальних джерел енергії) для електромобілів, електровелосипедів тощо. Це дасть можливість облаштовувати зарядні станції у місцях, де відсутнє стаціонарне електроспоживання, збільшіть відстані, на які можна їздити автономним електротранспортом, підвищить привабливість та конкурентоспроможність електротранспорту та сприятиме покращенню екологічної ситуації у місті.

Технічні рішення, покладені в основу проекту, полягають у використанні енергоефективних перетворювачів енергії, в тому числі інверторів зв’язку з мережею, забезпечуючих т.зв. «нульовий експорт». Це дасть можливість створити також гібридні зарядні станції для електромобілів, які будуть використовувати одночасно і стандартну мережу живлення, і відновлювальні джерела, що підвищить надійність роботи станцій. Для автономних станцій (які використовують тільки сонячні панелі), розроблені перетворювачі, в яких використаний контролер пошуку точки максимальної потужності, а схемні рішення дозволяють забезпечити високу ефективність при невеликій собівартості.

Облаштування такими станціями міської інфраструктури дасть позитивний ефект для власників електромобілів – вони отримають більш широку мережу зарядних станцій для електромобілів, в тому числі від автономних джерел. Однак найбільш вагомим є екологічний ефект. Наприклад, для населення Маріуполя (близько 500 тис. осіб) ефект буде досягнуто за рахунок збільшення привабливості

електромобілів, та зменшення викидів CO_2: для 200 автівок, припустивши, що кожна за день проїжджає 10 км, зменшення викидів CO_2 (при усередненій нормі викидів 190 г/км) на рік становитиме щонайменше 138,7 т. Зі зростанням кількості електромобілів (і відповідно зі зменшенням кількості автівок з двигуном внутрішнього згоряння), цей показник буде зростати.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТА ПАРАМЕТРІВ ПОТУЖНИХ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

В.В. Прус, доц., к.т.н., КрНУ імені М. Остроградського,
О.О. Дегтяренко, провідний інженер ЦОР ОСО МК «Азовсталь»

Авторами запропоновано нові підходи щодо визначення поточного стану та зміни основних параметрів синхронних двигунів (СД), обумовлені старінням їх конструктивних вузлів у ході тривалої експлуатації. В основу застосовуваних методів покладено результати прогнозування зміни властивостей електротехнічної сталі, у тому числі їх локального перерозподілу за об’ємом осердя статора, результати оцінки стану обмотки статора на якість виткової ізоляції та наявніть міжвиткових замикань, отримані для нерухомої машини та результати експериментальної оцінкии стану підшипникових вузлів. До складу уточнюваних відносяться електромагнітні параметри (актвні опори та індуктивності базових та модифікованих заступних схем); енергетичні параметри (коефіцієнти видатності та реактивності, основні складові втрат): теплові (температури обмотки статора та підшипникових вузлів) та вібраційні параметри; час напрацювання до відмови. Обумовлено можливості отримання зазначених параметрів за мінімальним набором вимірюваних величин, що включає миттєві значення анпруг та струмів обмоток статора та збудження, частоту обертання, вимірювану безконтактно, миттєві значення віброприскорення в аксіальному та радіальному напрямах та результати тепловізійного контролю.

Передбачено можливості отримання необхідних даних як у результаті стаціонарних стендових випробувань СД, що включають досліди неробочого ходу та короткого замиання, так і при поточному моніторингу у складі промислового обладнання. В останньому випадку похибка визначення електромагнітних параметрів збільшується з 5,17 % до 10,7 %, прогнозованого напрацювання до відмови – удвічі (до 27,8 %), а усіх інших параметрів – менш суттєво

(до 10 – 15 % від її базової величини)

Використання отриманих результатів дозволяє: 1) частково скомпенсувати зміни властивостей основних конструктивних вузлів СД у системах скалярного та векторного частотного керування; 2) покращити показники керованості СД за рахунок уточнення їх електромагнітних параметрів; 3) забезпечити підвищення енергетичної ефективності при експлуатації СД при визначення уточнених поточних значень складових втрат; 4) розробляти заходи щодо переходу на технічне обслуговування та поточні ремонти СД за їх фактичним станом.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ІНВЕРТОР З ФУНКЦІЄЮ ДЖЕРЕЛА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

В.В. Бурлака, доц., д.т.н., С.К. Поднебенна, доц., к.т.н.,
С.В. Гулаков, проф., д.т.н., ДВНЗ «ПДТУ»

Авторами запропоновано схемне рішення універсального інверторного зварювального джерела з можливістю роботи від акумуляторних батарей, з можливістю паралельної роботи, та функцією формування напруги 220 В 50 Гц від акумуляторів. В основі лежить застосування оригінального трипортового (DC/DC/AC з ізольованим AC портом) двонаправленого імпульсного резонансного перетворювача, що має невелику кількість силових ключів, нескладний алгоритм керування ними. Відмінною рисою джерела є наявність лише одного індуктивного компонента – високочастотного резонансного трансформатора з підвищеним розсіюванням, та використання одних і тих же силових компонентів в різних режимах роботи при різних напрямках потоку енергії. Завдяки розробленим технічним рішенням таке інверторне джерело може бути використане також в якості пуско-зарядного пристрою (причому навіть при різних напругах акумуляторних батарей).

Передбачена також можливість паралельної роботи декількох джерел з автоматичним розподілом потужностей між ними, що дасть змогу створювати модульні джерела живлення збільшеної потужності.

Використання інверторних джерел, виконаних за розробленою схемою, дозволить: 1) забезпечити можливість проведення зварювальних робіт при ремонті сільськогосподарської, військової та

іншої техніки в польових умовах; 2) забезпечити проведення монтажно-будівельних робіт в умовах відсутності розподільчої електромережі; 3) забезпечити можливість проводити зварювальні роботи при "слабкій" мережі (також при великій довжині подовжувача) або від автономного генератора; 4) підвищити кількість одночасно працюючих джерел при тому ж струмовому навантаженні мережі, що дає змогу підвищити продуктивність зварювальних робіт; 5) використовувати розроблені інвертори в якості пуско-зарядних пристроїв військової та цивільної техніки, щоб полегшити запуск двигуна при низькій температурі або при низькому рівні заряду акумуляторів; 6) забезпечити живлення побутових приладів в польових умовах для підвищення комфорту перебування особового складу, наприклад, в умовах бойових дій.

Виготовлено експериментальний демонстратор джерела потужністю 100 Вт, його випробування підтвердили коректність розроблених схемних рішень і алгоритмів управління.

РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ПЧ-АД НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ SIEMENS

О.С. Саєнко, студент гр. ЕПА-18м, ДВНЗ «ПДТУ»

Основними типами регульованого електроприводу є такі системи: «напівпровідниковий перетворювач-двигун постійного струму» (НП – ДПТ) та «напівпровідниковий перетворювач частоти-асинхронний двигун» (ПЧ – АД). Однак частотно-регульовані електроприводи змінного струму поступово витісняють приводи постійного струму.

Метою роботи є розробка лабораторного стенду для дослідження характеристик системи ПЧ-АД. Для реалізації лабораторного стенду використано обладнання компанії Siemens, для отримання способів управління і дослідження характеристик системи ПЧ-АД із застосуванням промислових програмних контролерів PLC - CPU 1212C AC / DC / RLY, комбінованих модулів аналогових входів / виходів SM 1232 AQ, і перетворювача частоти MICROMASTER 420. В стенді реалізований дводвигунний привод, де один двигун моделює навантаження для іншого. Регулювання швидкості двигунів відбувається через перетворювач частоти. Схема підключень наведена на рис. 1.

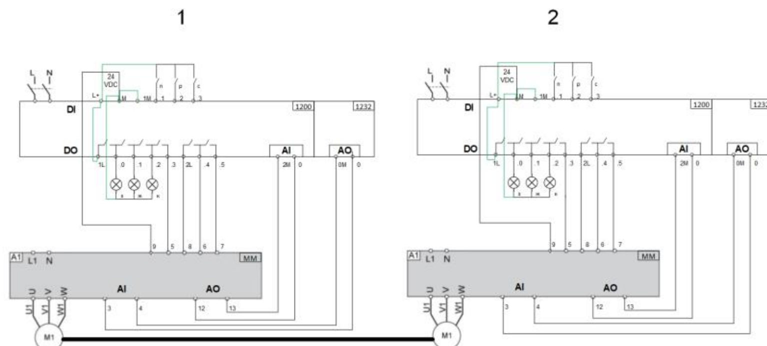


Рисунок 1 – Схема підключень

Функціональні можливості розробленого стенду:

- керування швидкістю обертання двигунів через панель оператора / дистанційно через середовище програмного забезпечення;
- програмна зміна навантаження двигуна та можливість знімання механічних характеристик системи ПЧ-АД;
- візуалізація процесів.

Одним з кроків автоматизації – застосування системи візуалізації на платформі розробки TIA Portal, SIMATIC WinCC, компанії Siemens.

ЕЛЕКТРОПРИВОД СИСТЕМИ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

М.О. Діденко, студент гр. ЕПА-18м, ДВНЗ «ПДТУ»

Геліоенергетика є важливим джерелом відновлюваної енергетики, яку дозволено застосовувати функціональним або пасивним методом. З одного боку, використовуючи функціональний метод застосування даного типу енергії, можна виробляти електрику в фотоелектричних системах. Для найбільшої ефективності роботи сонячних панелей, тобто перетворення сонячної енергії в електричну, необхідно, щоб сонячні промені були спрямовані перпендикулярно поверхні модуля. В такому випадку освітленість поверхні сонячних панелей буде максимальна. Для цього необхідно, щоб система контролю максимуму освітленості протягом дня періодично змінювала положення сонячних панелей для збереження прямого кута між напрямком променів і його площиною. Існує два способи контролю положення Сонця: по одній осі і по двом. Кількість осей визначає механізм системи контролю:

системи бувають одновісні та двовісні [1]. Одновісні системи обертають сонячні панелі тільки в одній площині, здійснюють контроль при переміщенні Сонця по азимуту або екліптиws. Двовісні системи контролюють положення Сонця в двох площинах (по азимуту і екліптиці Сонця), що забезпечує точне відстеження сонячного переміщення протягом дня. Двовісні системи мають більшу ефективність в порівнянні з одновісними, однак вартість їх набагато вище, у зв'язку з ускладненням їх конструкції [1].

Сонячний трекер (solar tracker) – пристрій, призначений для відстеження положення Сонця і орієнтування несучої конструкції таким чином, щоб отримати максимальний ККД від сонячних батарей (або інших пристроїв, встановлених на трекери). Концепція трекера гранично проста – за кількома датчикам контролер визначає оптимальне положення для сонячної батареї і змушує серводвигун повертати платформу з пристроєм в необхідну сторону [1].

В роботі розглянуто способи орієнтації сонячних панелей, які будуть встановлюватися на базі ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» на кафедрі систем автоматизації та електроприводу. Проаналізовано, який з них оптимальний за техніко-економічними критеріями. Розроблені питання техніки безпеки при роботі та обслуговуванні електроприводу орієнтації панелей.

Література

1. Сетевой солнечный инвертор Growatt 3000 (1 фаза, 3 кВт, 1 MPPT) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: Подробнее: https://eco-tech.com.ua/p385134785-setevoj-solnechnyj-invertor.html

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ОБМЕЖУВАЧА СТРУМУ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ДІЇ

Є.В. Гончаров к.т.н., доц. Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Обмежувач струму короткого замикання вмикається у фазу електромережі для захисту від аварійних струмів. Надпровідні обмежувачі струму мають близький до нуля опір в номінальному режимі, а при проходженні струму короткого замикання опір багаторазово збільшується. На рис. 1 наведено конструктивну схему обмежувача струму короткого замикання трансформаторної дії, який

містить кріостат **1** з струмовводами **2**, що розміщено на середньому стержні магнітопроводу **3**. Основна первинна надпровідна обмотка **4** вмикається послідовно з навантаженням $Z_н$ в електричну мережу, а вторинна надпровідна обмотка **5** у номінальному режимі роботи електромережі замкнена надпровідним елементом **6** з нульовим опором [1].

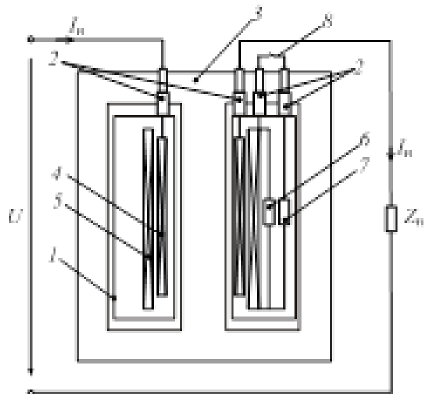


Рисунок 1 – Конструктивна схема обмежувача трансформаторної дії

При номінальному режимі роботи опір обмежувача дорівнює опору короткого замикання трансформатора, а при виникненні аварійного струму опір обмежувача становить рівним опору неробочого ходу трансформатора.

Треба відзначити, що визначальним в роботі трансформаторного обмежувача струму короткого замикання буде розмикання вторинної обмотки. По-перше, її активний опір $R_2 \to 0$ (надпровідник), що повинне затягувати процес, але наявність ключа, прикінцевий опір якого прагне до нескінченності, змінює ситуацію, і щоб більш ґрунтовно розглянути цей перехідний процес звернемося до схеми заміщення трансформаторного обмежувача струму короткого замикання (рис. 2), враховуючи, те, що обмотки надпровідні ($R_1 = 0, R_2 = 0$).

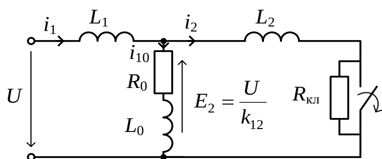


Рисунок 2 – Схема заміщення обмежувача трансформаторної дії

Враховуючи те, що $U \approx E_1$, а

$E_2 = \frac{E_1}{k_{12}} \approx \frac{U}{k_{12}}$, де k_{12} – коефіцієнт трансформації від первинної до вторинної обмотки. Тоді за другим законом Кірхгофа: $L_2 \frac{di_2}{dt} + R_{\text{кл}} i_2 = \frac{U}{k_{12}}$. Відповідно напруга на ключі вторинної обмотки $U_{\text{кл}} = R_{\text{кл}} i_2 = \frac{U R_{\text{кл}}}{k_{12} \omega L_2} \sin(\psi_u - 90°) e^{-\frac{t}{\tau}}$.

Таким чином, якщо $R_{\text{кл}} = \omega L_2$ (індуктивний опір вторинної обмотки), то напруга на ключі не перевищить по модулю номінальну напругу вторинної обмотки в неробочому режимі $\frac{U}{k_{12}}$. Тобто роз'єднання вторинної обмотки повинно бути не раптовим, а починатися з $R_{\text{кл}} = \omega L_2$.

Бажано витримати $R_{\text{кл}} = \omega L_2$ на протязі 3τ (час реального закінчення перехідного процесу), що дає час розмикання вторинної обмотки $t_{\text{роз}} = 3\tau = 3\frac{L_2}{R_{\text{кл}}} = 3\frac{L_2}{\omega L_2} = \frac{3}{\omega}$. Після короткого замикання обмежувач струму трансформаторної дії починає працювати на зменшення струму короткого замикання до I_{10} (холостого хода), який становить 5-10 % від $I_{\text{ном}}$.

Література

1. Пат. 120059 Україна, МПК H02H 9/00. Надпровідний трансформаторний обмежувач струму короткого замикання / Гончаров Є. В., Поляков І. В. ; власник патенту НТУ "ХПІ". – № u201703099; заявл. 03.04.17; опубл. 25.10.17, Бюл. № 20.

ДОСВІД СТВОРЕННЯ ДОМАШНЬОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Д.Г. Мінін, студент гр. ЕПА-19-м, ДВНЗ «ПДТУ»

Сонячна енергетика – одна з найперспективніших і динамічних поновлюваних джерел енергії (ПДЕ). Очевидно, що в майбутньому технології сонячної енергетики стануть одним з основних джерел енергії. Україна робить важливі кроки для розширення використання ПДЕ. Один з них - це введення «Зеленого тарифу».

Зелений тариф – це спеціальний встановлений державою тариф на електричну енергію від відновлюваних джерел енергії, для сонячних електростанцій в Україні, діє з 1 квітня 2009 року по 31 грудня 2029 року. Оформити зелений тариф може будь-хто. І отримувати пасивний дохід від продажу виробленої електроенергії.

У разі розміщення сонячної електроенергії в приватному домогосподарстві – вона підключається до мережі вдома і до «загальної мережі» через спеціальний (двоспрямований) вузол обліку. Даний вузол враховує вироблену і спожиту домогосподарством електроенергію за весь місяць. Якщо електроенергії вироблено більше, ніж самі спожили – місцева електромережу зобов'язана сплатити різницю, незалежно від її обсягу, за ставкою «зеленого» тарифу.

Середня вартість сонячної станції «під ключ» становить від 6000 $ (5 кВт) до 24000 $ (30 кВт). При прийнятті рішення по влаштуванню сонячної станції необхідно враховувати наступне:

- наявність ділянки (даху, фасаду будівлі), що задовольняє оптимальному режиму роботи станції (добре освітлення протягом дня, орієнтація на південь);
- достатня площа для установки (станція потужністю 5 кВт займе 30 м^2, а станція потужністю 30 кВт займе 200 м^2)
- потужність точки підключення і договір з Обленерго. При нестачі потужності – пройти процедуру її збільшення.

Далі слід придбати і встановити електроустановку потужністю не більше 30 кВт. На 2018-2020 роки Україна пропонує дуже вигідну ставку компенсації за продані надлишки електроенергії. Що дозволяє отримати швидкі терміни окупності інвестицій у відновлювану енергію. Так, при мінімальному власному споживанні, термін окупність станції може досягти 3-4 років.

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ І СИСТЕМАХ

Зміст

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ ПУНКТІВ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬ

О.О. Чернявський, магістрант, ДВНЗ «ПДТУ»

Одним з методів підвищення ефективності ситем теплопостачання є використання індивідуальних теплових пунктів з широким спетром повноважень по забезпеченню теплопостачання будівлі. З переходом до місцевого регулювання теплових навантаажень зростає віжливість факторів які впливають на характеристику теплового навантаження будівлі. При ценральному регулюванні теплового навантаження деякі налозначні чинники зневильовувалися на фоні середніх показників. Це призводило до перевитрат теплової енергії, величину якої можна оцінити у 10-15 %. Регулювання теплового навантаження здійснювалося на котельні по загальному температурному графіку.

При місцевому регулювання на ІТП на перше місце виходить погодне регулювання вфдповідно температури навколишньго середовища. Первісний досвід експлуатації систем автоматичного регулювання (так званих «умних рамок») виявив, що поряд з температурою навколишнього середовища потрібно враховувати наступні фактори:

- розташування датчика температури;
- особливості підключення системи опалення до теплової мережі;
- теплові характеристики будівлі;
- акумулюючу здатність стін та внутрішнього об’єму.

Розташування датчика зовнишньої температури нормується правидами мотажу з ДБН. Різноманітність ссам підключення до теплової мережі враховує пррозподіл температур по висоті будавлі.

Акумулююча здатність будівлі оцінюється коефіцієнтом температурного гістеерезіса. Цей коефіцієнт залежить від маси і теплофізичних характеристик матеріалів будівлі. Для визначення цього коефіцієнта існуючих будівель різних років забудови виконується розрахунок на основі питомого масового значення коефіцієнта, віднесеного до одиниці площі теплоотдающей поверхні будівель еталонного типу.

При визначенні контролером теплового навантаження будівлі прпонується система корегуючих коефіцієнів: коефіцієнт температурного гістерезса, коефацієнт розподілу температур тощо

Для кожноїьь окремої будівлі ці обчислюються ці коефіцієни та вводяться у конролер состеми регулювання на ІТП. Додаткова економія при такому способі регулювання сягає 5-8 % від загальних витрат.

МОЖЛИВІСТЬ МІСЦЕВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ АКУМУЛЮВАННЯ БУДІВЛІ

В. О. Халпахчі, магістрант, ДВНЗ «ПДТУ»

Останнім часом багато уваги концентрується проблемам енергозбереження у комунальній сфері, де їй приділялося значно менше уваги в порівнянні зі сферою виробництва. Саме у сфері житлово-комунальних господарств грошові витрати стали особливо обтяжливими для бюджету. Основною проблемою в комунальній сфері будинку є опалювання. Можна виділити основний напрям енергозбереження в опалюванні: перехід на ІТП і поступову відмову від ЦТП, автоматизація теплових пунктів - регулювання витрати теплової енергії на індивідуальних теплових пунктах в автоматичному режимі, так звані розумні рамки або АУР. Проте найкращим варіантом роботи ІТП або АУРа буде застосування акумулюючої здатності будівлі.

Акумулююча здатність будівлі оцінюється спеціальним коефіцієнтом акумулювання. Цей коефіцієнт істотно залежить від маси і теплофізичних характеристик матеріалів будівлі. У практиці теплопостачання відомими є зовнішні габарити будівель і вид основного будівельного матеріалу теплозахисного шару обгороджування. Тому для визначення цього коефіцієнта, існуючих будівель різних років забудови, розрахунок виконується на основі питомого масового значення коефіцієнта, віднесеного до одиниці площі теплоотдающей поверхні будівель. Величини питомих значень коефіцієнтів акумуляції для існуючих будівель запропоновано визначати на основі еталонної величини коефіцієнта акумуляції, який визначають для типу будівлі, наприклад, з цеглини або бетону за достовірно відомими геометричними параметрами і теплофізичними характеристиками будівельних матеріалів обгороджувань

Застосування акумуляції будівлі кращого всього підходить під старий метод регулювання. Внесення коефіцієнта акумуляції будівлі дасть можливість контролеру встановити споживачеві температуру вище, що б її вистачило, з урахуванням акумуляції, на довгострокове забезпечення теплом споживачів, не задіявши центральне теплопостачання, що приведе до економії теплової енергії.

Швидкодія контроллера і температурного регулятора на ІТП і АУРа більша, ніж швидкість віддачі теплоти будівлі, тому доцільно

використати в регулюючих алгоритмах акумулюючу здатність будівлі.

APPLICATION OF METAL-HYDRIDE TECHNOLOGIES FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS ON THE BASIS OF FUEL ELEMENTS

Chorna N.A., Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Department of hydrogen energy Podgorny Institute For Mechanical Engineering Problems (IPMach NAS. of Ukraine), 2/10 Pozharsky St., Kharkov, Ukraine, 61046

In recent years, hydrogen energy is represented by one of the key areas for solving energy and environmental problems. Hydrogen is one of the most energy-intensive, environmentally friendly and technologically flexible energy carriers, so its use for the operation of fuel cells (FC) allows you to create effective systems of autonomous energy supply.

Power plants (EC) based on fuel cells are characterized by high efficiency and environmental safety. Of particular interest are EC based on low-temperature alkaline FCs, the advantage of which is that they are the cheapest to manufacture, since the catalyst needed on the electrodes can be any of the substances that are cheaper than those used as catalysts for other fuel cells.

In addition, alkaline fuel cells operate at relatively low temperatures, characterized by high efficiency, high energy density and specific performance, autonomy, quiet operation, high environmental cleanliness. Such characteristics can help accelerate power generation and fuel efficiency.

Power plants based on fuel cells with a capacity of 1-20 kW can be widely used as sources of autonomous and uninterrupted power for consumers such as telecommunications nodes, centers of various companies, etc. The placement of autonomous plants with a capacity of up to 20 kW is assumed in the immediate vicinity of the energy consumer, which requires a high level of safety, reliability and environmental friendliness from fuel supply systems.

Hydrogen storage systems based on reversible metal-hydrides (MG) that can absorb and release hydrogen meet this requirement. In these systems, hydrogen is absorbed by MG when heat is removed and released when heated, and through a significant thermal effect of the reaction, a fairly strong dependence of the equilibrium hydrogen pressure over MG on temperature occurs – for low-temperature systems this change ranges from several atmospheres to valuesof the order of 10 atm from 20 ° C to 80-90 ° C

This allows the processes of absorption and release of hydrogen due to the resources of hot and cold water available in the power supply system and to implement machine-free compression of gaseous hydrogen using low-

grade heat.

In order to adapt metal-hydride technologies of hydrogen accumulation and storage for use in alkaline fuel cells, as well as their choice for autonomous power supply systems, the scheme of a wind power installation with a hydrogen energy storage was considered and analyzed (Fig. 1).

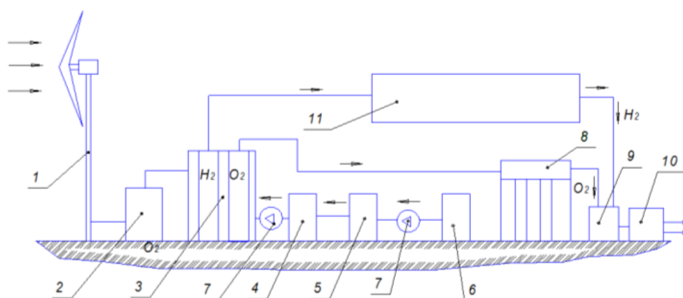


Figure 1 – Diagram of a wind power installation with hydrogen energy storage

1 - wind power installation; 2 - control system; 3 - high pressure electrolyzer; 4 - desalinated water tank; 5 - desalination unit; 6 - source water tank; 7 - pumps; 8 - oxygen storage system; 9 - fuel cell module; 10 - inverter; 11 – metal-hydride hydrogen accumulator

One of the main components of the hydrogen energy complex is a metal hydride accumulator of multiple action hydrogen, the advantage of which is a high volumetric hydrogen content (higher than in a liquefied cryogenic state), a wide range of operating pressures and temperatures of the MG, constant pressure during hydrogenation-dehydrogenation, the ability to control pressure and speed hydrogen evolution at different temperatures. Hydrogen metal-hydride accumulators are simple in design, reliable and safe in operation, emit high-purity hydrogen, are silent and compact.

For the manufacture of metal hydride accumulators of hydrogen for power supply with a power of 0,5-10 kW, materials of the LaNi5 type are the most promising, the advantage of which is low sensitivity to oxygen and moisture impurities, which makes it possible to use technical or electrolysis hydrogen for refueling.

For a wind energy installation with hydrogen energy storage with the following parameters: generator power - 5 kWh; consumption of H2 = 1,28 m3/hour; power for the consumer - 2 kWh; accumulation time - 4 hours; selected by alkaline fuel cell with a power of 2.5 kWh, providing the

specified characteristics, while the flow of H2 is 30 l/min; working temperature - 20-60 ° C, pressure H2 - 0.55-0.83 bar.

It is shown that the joint use of modern technologies for the generation, storage and use of hydrogen can significantly expand the scope of its application, especially for autonomous power supply systems with a wind power installation and a hydrogen energy storage. One of the most promising areas is the improvement of the design of metal-hydride hydrogen accumulators and an increase in the efficiency of their work as part of an energy generating complex with fuel cells.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Є.І. Шевцов, аспірант, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Сучасне виробництво і промисловість в цілому неможливо уявити без витрат енергії. Інтенсивний приріст населення, підвищення рівня життя та економічний розвиток виводять споживання енергії на недосяжний раніше рівень. У той же час людство стикається з обмеженістю енергоресурсів, таких як вугілля, нафта і біопаливо. Зростаючі потреби в енергії поряд з обмеженими її запасами обумовлюють нескінченне підвищення цін. У ситуації, що склалася енергоефективність виробничих процесів є рушійною силою для розвитку технологій сучасного і перспективного виробництва.

Актуальність даної роботи полягає в необхідності комплексного дослідження залежності впливу вібрації при роботі підйомно-транспортної техніки на енергоспоживання.

Метою роботи є дослідження існуючих методів зниження вібраційних процесів які впливають на енергоефективність, та пошук нових.

В результаті взаємодії сил інерції і сил пружності елементів, механізмів і металевих конструкцій при роботі крана виникають динамічні навантаження. Вони визначаються шляхом аналізу процесів у відповідній динамічній системі, зазвичай описуваних диференціальними рівняннями; при цьому можуть бути враховані багато факторів (зазори в передачах, нелінійності в пружних зв'язках, згасання коливань), які дозволяють досить точно відобразити процеси які реально протікають при роботі крана. Всі ці процеси негативно впливають як і на основні елементи підйомно-транспортної техніки так і на їх продуктивність а в наслідок ще й на енергоефективність. Динамічні навантаження які

створюються в процесі роботи крана провокують передчасний знос механізмів, їх неправильну роботу в наслідок якої використовується додаткова енергія на сбалансування цих недоліків, та забезпечення достатньої працездатності. Застосування гасителів коливань в підйомно-транспортних машинах здатні вирішити не тільки їх основні функції такі як: зменшення вібраційних процесів та недопустимість резонансу, а й зменшити витрати на енергоресурси за рахунок підтримання елементів металоконструкції та рухомих елементів кранів в достатньому для їх правильної роботи частотному діапазоні.

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗРІВНЯЛЬНОГО БАРАБАНА В ПОЛІСПАСТІ ЛИВАРНИХ КРАНІВ ЯК АЛЬТЕРНАТИВУ БАЛАНСИРУ

О.Є. Вовненко, інженер-конструктор, ПрАТ «НКМЗ» – Новокраматорський машинобудівний завод, м. Краматорськ

У ливарних кранах для фіксації одного з кінців каната використовують різні зрівняльні пристрої, що застосовуються для запобігання перекосу вантажу. Найбільш розповсюдженим є балансир.

В якості альтернативи балансиру, пропонується використовувати зрівняльний барабан з притискним роликом (див. Вовненко О.Є., Дорохов М.Ю., Зрівняльний пристрій, Патент України № 136697, МПК B66D3/10).

Для обгрунтування найкращого рішення, була спроектована і створена модель головного підйому ливарного крана, яка достовірно дозволила відтворити поведінку елементів конструкції, і проведені експерименти по обриву однієї з гілок каната, з використанням балансира і зрівняльного барабана.

В якості критеріїв вибору оптимального зрівняльного пристрою виступили швидкість падіння, амплітуда і кількість коливань вантажу. Дані параметри безпосередньо впливають на безпеку і надійність при експлуатації ливарного крана.

Експеримент дозволив зробити наступні висновки:

- при використанні зрівняльного барабана в порівнянні з балансиром швидкість падіння вантажу зменшилася на 50 %;
- відхилення в бічній проекції зменшилось на 11,3°;
- відхилення у фронтальній проекції збільшилось на 1,6°;
- амплітуда коливань вантажу зменшилась в 3 рази.

Даний показники були досягнуті шляхом переробки конструкції зрівняльного пристрою і реалізації його у вигляді зрівняльного барабана

з притискним роликом. Це рішення дозволяє забезпечити постійну фіксацію каната по відношенню до зрівняльного барабану без втрати можливості балансування вантажу і зрівняння довжин канатів. Конструкція спроектована таким чином, що заміна вже використовуваного балансира, не потребує переобладнання наявного місця кріплення.

Зменшення швидкості падіння вантажу, також знижує навантаження на металоконструкцію крана, що подовжує термін її служби і знижує необхідність відновлення при аварії.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОВОЧНОГО МАНИПУЛЯТОРА МЕТОДОМ ВНЕДРЕНИЯ «МАШИННОГО ЗРЕНИЯ»

А.А. Сердюк, доцент кафедры АВП; А.В. Короленко, студент группы АВП-18-1м (ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Важным требованием к современным ковочным манипуляторам является повышение точности позиционирования заготовки, в том числе за счет точной размерной привязки заготовки при изготовлении сложных изделий машиностроения.

Рассмотрим модернизированный в условиях НКМЗ ковочный манипулятор модели МК120. Он предназначен для захвата и позиционирования заготовки. Их нагревают в печи до нужной температуры и переносят непосредственно к манипулятору, который уже в свою очередь позиционирует заготовку относительно пресса, но не всегда это выполняется в автоматическом режиме, если заготовка сложной формы, то всю работу выполняет оператор, так как при выполнении этой задачи программа не может отследить все тонкости деформации, в отличие от обработки заготовок простой формы.

Целью данной работы является повышение производительности ковочного манипулятора методом внедрения «машинного зрения».

Для реализации поставленной цели предлагается цифровая IP-камера интегрированная с инфракрасным фильтром. Алгоритм измерения будет включать в себя: обесцвечивание изображения полученного с камеры; удаление радиального и тангенциального искажения; направленный фильтр Соболя для выделения границ; пороговое преобразование; поиск линий преобразованием Хафа; вычисление расстояния в плоскости изображения, а затем в реальности; представление сечения поковки в удобном виде; вывод информации на экран с внесением нужных корректировок для дальнейшего процесса обработки заготовки [1].

Предлагаемая система позволяет не только существенно сократить процесс обработки заготовки, тем самым увеличить производительность данного ковочного комплекса и всего технического процесса создания требуемой детали, но и исключить дефекты обработки заготовок из-за неопытности оператора.

Литература

1. Шуравин, А. П. Сравнение методов нахождения ключевых точек на контуре изображений аэрофотосъемки / А. П. Шуравин // Молодой ученый. – 2017. – № 4. – С. 89–93.

СТАЦІОНАРНИЙ ВІТРОГЕНЕРАТОР НА ОСНОВІ ВИХРОВОЇ ТРУБИ РАНКА-ХІЛША

І. І. Сілі, к.т.н. асистент кафедри «Біомедичної інженерії»
Приазовський державний технічний університет

Відомий вихровий ефект, або ефект Ранка, який проявляється в закрученому потоці в'язкої стислої рідини або газу і реалізується в дуже простому пристрої - вихровій трубі [1].

Вихрова труба являє собою гладку циліндричну трубу, забезпечену тангенціальним соплом, діафрагмою з осьовим отвором і дроселем. При протіканні газу через сопло утворюється інтенсивний круговий потік, приосьові шари якого помітно охолоджуються і відводяться через отвір діафрагми у вигляді холодного потоку, а периферійні шари підігріваються і виходять через дросель у вигляді гарячого потоку.

Перше широке дослідження вихрового ефекту було проведено науковцем Хілшем [2]. Відповідно до його дослідження, якщо повні температуру і тиск у стисненого газу, який надходить в сопло позначити через T_1 і P_1, у холодного потоку - через T_x і $P_х$, а у гарячого потоку - через $T_г$ і $P_г$, то ефект охолодження холодного потоку можна виразити наступним чином:

$$\Delta t_x = T_1 - T_x, \quad (1)$$

І для гарячого потоку:

$$\Delta t_Г = T_Г - T_1, \quad (2)$$

При загальній секундній ваговій витраті стисненого повітря G, витрата холодного потоку G_x і гарячого потоку $G_г$ відносна вагова витрата μ холодного потоку складе:

$$\mu = \frac{G_x}{G}$$

Існують перспективи впровадження даного ефекту для побудови нових вітрогенераторів шляхом встановлення деяких конструктивних елементів. Одним з варіантів є виконання труби її у вигляді вертикальної гіперболічної труби Ранка-Хілша (рисунок 1).



Рисунок 1 – Стаціонарний вертикальний вітрогенератор

В даному випадку труба буде являти собою стаціонарний вертикальний вітрогенератор, який можна використовувати для генерації електричної енергії як в домашніх так і в промислових умовах.

Нами розроблена та представлена конструкція стаціонарного вертикального вітрогенератора, який містить раму, виконану у вигляді гіперболічної труби Ранка-Хілша, направляючу шайбу у нижній частині труби, два типи завихрувачі, що задають протилежні напрямки потоку вітру в трубі, елементи Пельт'є і витяжну шайбу.

Пристрій слід використовувати наступним чином. Стаціонарний вертикальний вітрогенератор монтується на спеціальному майданчику, де закріплюють трубу генератора у вертикальному положенні. Потоки повітря потрапляють у завихрувачі, якими задається напрямок обертання потоків повітря всередині труби. Відповідно до вихрового ефекту при проходженні потоку газу по плавно звужуючій поверхні труби у її зовнішньої стінки утворюється область підвищеної температури газу, а у внутрішній - область зниженої температури. У вітрогенераторі холодне повітря, за рахунок вихрового ефекту та направляючої шайби, буде формуватися у центральній частині, а гаряче витиснеться на периферію - до стінок труби. На кінці труби встановлені елементи Пельт'є, які обтікаються холодним повітрям з одного боку, та гарячим з іншого. В результаті на вихідних клемах елементу Пельт'є виникає різниця потенціалів певної величини. Електроенергія, яка при цьому генерується, направляється до електромережі. Витяжна шайба полегшує вихід повітря з труби.

Література

1. Бродянский, В. М. О градиенте температуры в трубе Ранка-Хилша / В. М. Бродянский, И. Л. Лейтес // Инженерно-физический журнал. – 1960. – Т. 1, № 12. – С. 72–77.

2. Меркулов, А. П. Вихревой эффект и его применение в технике / А. П. Меркулов. – Москва: Машиностроение, 1969. – 186 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ НА РОЗПОДІЛ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ НА ПОВЕРХНІ ЗРАЗКІВ ТИПУ ПЛАСТИНА

О.О. Петак, магістрант, п.с. Івченко, доцент кафедри технології та устаткування зварювання, ДДТУ, Кам'янське, Україна

При нагріванні зразків струмом який проходить криз них біля концентраторів напружень виникає складне температурне поле. З метою скорочення кількості експериментальних зразків проведено дослідження впливу концентраторів напружень на розподіл теплових полів на поверхні зразків типу пластина, виконано аналіз температурних полів в плоскому зразку з концентраторами (типу пластина) та запропоновано методику моделювання температурних полів на базі теорії Н.Н.Рикаліна. Математичним моделюванням теплових процесів показано збіг даних про теплові поля отримані експериментальним та математичним шляхом. Запропонована методика моделювання теплових полів дозволяє моделювати різні варіанти та ступені нагріву зразків типу пластина, що значно зменшує час на виконання необхідних випробувань зі застосовуванням фізичних зразків.

ПІДВИЩЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШВИДКОЗНОШУВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Ю.С. Марзанич, магістрант, Д.Г. Носов – завідувач кафедри технології та устаткування зварювання, ДДТУ, Кам'янське, Україна

У зв'язку зі збільшенням обсягу вантажоперевезень та збільшенням парку автомашин тривалого строку експлуатації виникла проблема ремонту двигунів рухомого транспорту. Існуючі методи відновлення зношених колінвалів дають можливість вибору найбільш ефективного способу з одночасним зміцненням поверхні ковзання.

Найбільш доцільним способом відновлення колінвалів автомобілів є спосіб електродугового наплавлення під шаром флюсу. Наплавлення дозволяє виготовляти вироби з дешевих сталей, а також отримувати біметалеві вироби.

Циліндричні поверхні виробів частіше наплавляються по гвинтовій лінії. Мінімальна товщина шару металу, наплавленого під флюсом, становить 1 мм, максимальна практично не обмежена. Основним

критерієм товщини наплавлення служить отримання заданих властивостей в наплавленому робочому шарі.

Існуючі технології відновлення колінвалів зносостійким наплавленням відрізняються складністю виготовлення легуючих флюсів, їх токсичністю при наплавленні, утворенням великої кількості дефектів в наплавленому шарі і обов'язковому супутньому підігріві.

Нами було розроблено інноваційну технологію відновлення колінвалів вантажних автомобілів яка дозволила:

1. Проводити процес без додаткової термічної обробки.
2. Зміцнити зносостійкість робочого шару за рахунок легування наплавленого металу через флюс.
3. Отримати твердість наплавленого шару 46…52 HRC зі структурою перліту з дрібними карбідами по всій матриці.
4. Підвищити строк експлуатації швидкозношуваних деталей вантажних автомобілів на 6…10 %.

Освоєння даного методу відновлення в умовах ТОВ «ГРАНКар'єр» дозволило отримати економічний ефект в розмірі 38 тисяч гривень.

ВПЛИВ ЧИСТОТИ КИСНЮ НА ШВИДКІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ГАЗОТЕРМІЧНОГО РІЗАННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

П.В. Мальцев – магістрант, Д.Г. Носов – завідувач кафедри технології та устаткування зварювання, ДДТУ, Кам'янське, Україна

Відомо, що зі зниженням чистоти кисню зменшується швидкість різання, збільшується його витрати, знижуються якісні показники поверхні різу, збільшуються ширина різу, зони термічного впливу. Тому для різання рекомендується застосовувати кисень високої чистоти [1]. Прийнято вважати, що зі зниженням чистоти кисню на 1 % (в межах 99,5…97,6 %) зростає тривалість різання на 10…15 % і питома витрата кисню на 25…35 % [2].

Нами було проведено експериментальні дослідження та визначені математичні залежності впливу вмісту домішок (сорт кистю) та коефіцієнту β_0 (співвідношення об'єму кисню і пального газу) на швидкість різання, інтенсивність первинного полум'я та величину шлакової фази.

Використовуючи отримані залежності можна визначити режимні умови газокисневого різання та, шляхом корегування коефіцієнту β_0, знизити негативний вплив, який спостерігається при використанні кисню недостатньої чистоти. Сформульовано рекомендації які можна застосовувати при розробці ресурсозберігаючих технологій термічного різання в промислових умовах.

Література

1. Корж, В. М. Газотермічна обробка металів / В. М. Корж. – К. : Арістей, 2005. – 210 с.

2. Влияние чистоты кислорода на качество и производительность резки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://osvarke.info/2686-7-vliyanie-chistoty-kisloroda-na-kachestvo-i.html

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОВОГО ПОЛУМ'Я В ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТА СПОРІДНЕНИХ ПРОЦЕСАХ

М.О. Биковський,магістрант, Д.Г. Носов, завідувач кафедри технології та устаткування зварювання, ДДТУ, Кам'янське, Україна

Підвищення ефективності використання газового полум'я в зварювальних та споріднених процесах є достатньо актуальної проблемою сучасного промислового виробництва. Застосування пальних газів різного хімічного складу та чистоти вимагає від інженера-технолога чіткого розуміння процесів, які протікають в системі «пальна суміш – полум'я – матеріал газотермічної обробки» для створення найбільш ефективних технологій їх застосування.

Вважаємо, що головним критерієм ефективності використання газового полум'я є показник його ефективного ккд, який визначається співвідношенням потужності газового полум'я до показника нижчої теплотворної спроможності пального газу.

Нами було проведено експериментальні дослідження та отримано математичні залежності що дозволяють визначити ефективну теплову потужність газового полум'я, враховуючи хімічний склад, теплотворну спроможність, чистоту газів у суміші та їх співвідношення. Розроблено комп'ютерні програми (в тому числі для ОС Android) оптимізації технічних характеристик компонентів газового обладнання з метою підвищення ефективності використання газового полум'я в зварювальних та споріднених процесах. Сформульовано рекомендації які можна застосовувати при розробці ресурсозберігаючих технологій газотермічна обробки матеріалів в промислових умовах.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КЕРУЮЧИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

М.В. Агєєва, доцент ДДМА, П.С. Сергієнко, студент ДДМА (м. Краматорськ)

Для підвищення ресурсу деталей металургійного та

машинобудівного обладнання методами дугового наплавлення доцільно використовувати зовнішні магнітні поля. Використання поздовжніх магнітних полів (ПДМП) і поперечних магнітних полів (ПОМП) при електродуговому наплавленні і зварюванні дротом під флюсом дозволяє підвищити ефективність цих процесів, а саме управляти геометричними розмірами валиків (швів), підвищити продуктивність розплавлення електродного дроту, подрібнити структурні складових наплавленого металу валиків (шва).

Встановлено, що при дії ПДМП в процесі дугового зварювання (наплавлення) коефіцієнт розплавлення дротів ($\alpha_р$) зростає на 20...30 %, якщо вони виготовлені з феромагнітних матеріалів. Якщо дріт - з неферомагнітного матеріалу, то $\alpha_р$ при наплавленні (зварюванні) не підвищується. При зварюванні (наплавленні) з впливом ПОМП також підвищується коефіцієнт розплавлення електродного дроту (на 20...30 % при дії постійного ПОМП). На відміну від дії ПДМП, при зварюванні (наплавленні) з дієюПОМП $\alpha_р$ підвищується при використанні дротів і з немагнітних матеріалів.

При зварюванні і наплавленні з дією ПДМП і ПОМП в рідкому металі ванни індукуються потоки, які впливають на процес кристалізації металу. В цьому випадку відбувається ефективне перемішування розплаву рідкого металу у зварювальній ванні і подрібнення структурних складових наплавленого металу (зварного шва).

Процес дугового зварювання й наплавлення дротом під флюсом з дією ПДМП доцільно виконувати, якщо виріб і електродний дріт виготовлені з феромагнітного матеріалу. Застосування ПОМП при зварюванні (наплавленні) доцільно з використанням немагнітних дроту і виробу, а також при однопрохідному зварюванні стикових з'єднань виробів з феромагнітного матеріалу.

Таким чином, технологія зварювання і наплавлення з використанням керуючих магнітних полів є енерго- та ресурсозберігаючою технологією.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДА ПРИ НАПЛАВКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В.И. Спруцко, ст. гр. ТиОС-2018-М

При упрочнении поршней из алюминиевого сплава АЛ25 методом импульсно-дуговой наплавки плавящимся электродом порошковой лентой-плющенкой основной проблемой повышения качества наплавленного металла является наличие кратера шва и дефектов в нем в виде пор диаметром до 1,5 мм при наложении кольцевого шва. Это

связано с тем, что при перекрытии шва происходит двойной переплав металла и имеющиеся дефекты в виде пор и шлаковых включений перемешиваются с наплавляемым металлом. На рис. 1 представлен макрошлиф продольного сечения начала наплавки поршня. Поэтому были проведены исследования по определению оптимального режима заварки кратера с целью предотвращения возникновения дефектов.

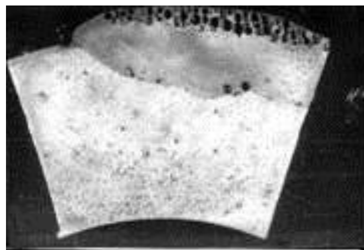


Рисунок 1 – Макрошлиф продольного сечения начала наплавки поршня

В первом случае процесс наплавки прерывался с одновременным отключением сварочного тока и подающего механизма. При этом за счет инерционности подающего механизма в зоне заварки кратера образовался дефект в виде углубления до 4 мм с захватом нерасплавленной проволоки При механической обработке дефект не удалялся. Этот метод признан неприемлемым и дальнейшее исследование не производилось.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ АЛЮМИНИЯ ЗАКРЫТОЙ ДУГОЙ ПОД ФЛЮСОМ

Е.Г. Еременко, ст. гр. ТиОС-2018-М

С целью изучения характера распространения тепла при однопроходной односторонней сварке алюминия под флюсом ЖА-64 расщепленным электродом были сняты температурные поля на пластинах из алюминия толщиной 20 и 25 мм. Впоследствии результаты проведенной работы были нами использованы для исследования металла зоны термического влияния.

Литературных данных по температурным полям применительно к сварке алюминия расщепленным электродом под флюсом нет. Кроме того, сварка алюминия осуществляется за один проход на стальной формирующей пластине, которую можно рассматривать в какой-то степени, как холодильник, забирающий часть тепла дуги. Но тепло,

поступающее в формирующую пластину, передается от дуги через расплавленный или нагретый свариваемый металл.

В основу экспериментов по изучению тепловых процессов при сварке алюминия были положены работы Н.Н. Рыкалина и других исследователей.

Эффективный КПД – определялся методом калориметрирования]. Источником питания дуги служил преобразователь ПСМ-1000, сварка производилась на прямой полярности. Режимы сварки фиксировались самопишущими амперметром и вольтметром. Для каждой толщины было проведено по шесть парных экспериментов.

Эффективная тепловая мощность дуги определялась по формуле:

$$q_u = \frac{Q_K + Q_\Delta + Q_n}{t_2 - \frac{\alpha}{c\ \gamma\ \delta}\left(t^2{}_2 + 2t_{r+t_n}\right)}, \text{ кал/сек} \quad (1)$$

где Q_K - теплота, поглощаемая калориметром, кал.;

Q_Δ - теплота, составляющая разницу в теплосодержании образца до и после опыта, кал.;

Q_n - теплота, теряемая на парообразование при погружении образца в калориметр, кал.;

t_2 - время горения дуги, сек.;

α - коэффициент полной поверхностной теплоотдачи образца, принят для алюминия $2{,}10^{-3}$ кал/см^2.сек.^{0}С;

с γ - объемная теплоемкость металла образца, равная для алюминия 0,65 кал/см^3.^{0}С;

δ - толщина свариваемого образца, см;

t_n - время переноса образца в калориметр, сек.

Теплота, поглощаемая калориметром, определена по формуле:

$$Q_к = G_в \cdot c_в \left(T_m - T_o\right) + \left[G_{кс} \cdot c_{кс} + \frac{2}{3}\ G_м \cdot\ c_м\right]\left(T_m - T_o\right) \quad (2),$$

где $G_в$, $G_{кс}$, $G_м$ - соответственно веса воды в калориметре, калориметрического сосуда и мешалки, г;

$c_в$, $c_{кс}$, $c_м$ - соответственно удельные теплоемкости, кал/г.^{0}С;

T_0, T_m - температура воды до и после опыта, ^{0}С.

После подстановки данных в формулу (2) она примет вид:

$$Q_K = 9302\ (T_m - T_o) \quad (3)$$

Значение Q_Δ определялось по формуле:

$$Q_\Delta = G_{об} \cdot c_{об} \cdot (T_m - T_в) \quad (4)$$

где $G_{об}$ - вес образца после наплавки, г;

$c_{об}$ - удельная весовая теплоемкость образца, для алюминия – 0,24 кал/г.^{0}С;

$T_т$, $T_в$ - температура образца до и после опыта, ^{0}С.

Теплота, теряемая на парообразование при погружении образца в калориметр, определялась по данным Л.А. Фридлянда.

Значение эффективного КПД процесса нагрева дугой пластин определялось по отношению:

$$\eta_и = q_и / q\,, \qquad (5)$$

где $q = 0,24\, I_{св}\, U_g$ - полная тепловая мощность дуги.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПОРОШКОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Д.С. Казаков, ст. гр. ТиОС-2018-М

Для получения требуемого уровня работоспособности деталей из алюминиевых сплавов, работающих в заданных условиях, необходимо подбирать определенный состав сплава на основе алюминия или применять различные способы поверхностного упрочнения определенных зон деталей, которые подвержены интенсивному износу и разупрочнению. Наиболее эффективным способом повышения работоспособности алюминиевых деталей является дуговая наплавка порошковым электродом. Рассмотрим общие принципы разработки порошковых электродов для наплавки деталей из алюминиевых сплавов на примере упрочнения поршней ДВС. Увеличение долговечности алюминиевых поршней можно достичь путем снижения интенсивности процессов формоизменения первой кольцевой канавки поршня. Формоизменение канавки является результатом проявления двух основных процессов: ударно-абразивного износа и пластической деформации (циклической ползучести) при воздействии коррозионной среды и достаточно высокой температуры (до 570 К). Многолетняя практика эксплуатации двигателей внутреннего сгорания с алюминиевыми поршнями привела к созданию определенных принципов построения поршневых сплавов, гарантирующих выполнение многочисленных требований физико-химического и физико-механического направления.

При разработке порошковых электродов для упрочнения наплавкой локальных зон поршней, целесообразно воспользоваться положительным опытом синтезирования поршневых сплавов,

обладающих жаропрочностью, твердостью и износостойкостью в течение длительного срока эксплуатации двигателя. Рассмотрим наиболее важные принципы регулирования свойств алюминиевых сплавов, таких как жаропрочность, твердость и т.д. Начало развитию теории жаропрочности алюминиевых сплавов было положено трудами акад. Курнакова Н.С. и его сотрудников.

Важнейшими факторами, определяющими работоспособность алюминиевых сплавов при высоких температурах, являются: состав, фазовое и структурное состояние, величина температуры и напряжений.

Влияние на жаропрочность структурных факторов сравнительно легко можно изучить и часто оно поддается количественной оценке.

ТЕХНОЛОГИЯ ОДНОПРОХОДНОЙ ОДНОСТОРОННЕЙ СВАРКИ ТОЛСТОЛИСТОВОГО АЛЮМИНИЯ

И.А. Ганин ст. гр. И-18-ТиОС М

Сварка толстолистового алюминия представляет собой достаточно сложную технологическую задачу. Сварные соединения, полученные из толстолистового алюминия применяющимися в настоящее время способами – ручной дуговой сваркой и сваркой открытой дугой по слою флюса – не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Основными недостатками таких соединений являются их низкая прочность, коррозионная стойкость и электропроводность, а также пористость металла шва и засоренность его неметаллическими включениями.

При сварке толстолистового алюминия неплавящимся электродом в среде инертных газов в металле шва наблюдаются включения вольфрама, количество которого растет с увеличением толщины свариваемого металла. Причиной этого дефекта являются тяжелые условия работы электродов при значительных токовых нагрузках и случайные замыкания электродов на металле при наличии глубокой разделки кромок.

При использовании трехфазной дуги сварки за один проход алюминия толщиной 40 мм скорость сварки составляет 5 – 6 м/ч. При увеличении толщины свариваемого металла скорость сварки снижается, и процесс осуществляется за несколько проходов с обязательной разделкой кромок сложной конфигурации.

Наличие окисных пленок в корне шва, снижающих прочность и электропроводность сварных соединений, низкая производительность процесса сварки и значительный расход дорогих и дефицитных инертных газов не позволяет считать данный способ сварки

толстолистового алюминия наиболее рациональным.

При сварке алюминия закрытой дугой под флюсом на больших плотностях тока возникает глубокая ванна вследствие значительного давления газов, выделяющихся при плавлении и последующем испарении элемент электродной проволоки и флюса.

Учитывая высокую мощность, тепловую концентрацию и КПД использования энергии электрической дуги её целесообразно применять для однопроходной односторонней сварки алюминия толщиной более 30 мм.

При однопроходной односторонней сварке алюминия под флюсом ЖА-64 с увеличением толщины свариваемого металла растет сварочный ток, который достигает 900 – 950 А при сварке металла толщиной 25 мм.

Предварительные эксперименты показали, что для однопроходной односторонней сварки алюминия толщиной 30 мм необходим сварочный ток порядка 1100 А, а используемый для сварки под флюсом алюминия толщиной менее 30 мм сварочный генератор ПСМ-1000 не обеспечивает требуемую величину сварочного тока при сварке швов большой протяженности. Поэтому для сварки алюминия толщиной 30-40 мм был использован выпрямитель ВДМ-1601, номинальная величина сварочного тока которого составляет 1600 А.

Величина сварочного тока и напряжения дуги регулировались с помощью сменных шестерен на механизме подачи сварочной проволоки, а также балластными реостатами РБ-300, соединенными между собой параллельно и включенными последовательно в сварочную цепь.

Сварка пластин встык из алюминия А5 размером $1000 \times 300 \times 32$ мм под флюсом ЖА-64 производилась двумя электродными проволоками марки Св.А5С диаметром 2,5 мм, расположенными перпендикулярно оси шва.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ З УРАХУВАННЯМ СПОЖИВАННЯ АКТИВНОЇ І РЕАКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

Ю. С. Семенова магістрант, гр. ЕМ-18м ПДТУ «Приазовський державний технічний університет»

Відомо, що в системах водовідведення закладений значний резерв, який визначався обмеженими можливостями у виборі насосного і енергоустаткування при проектуванні міського водопостачання та водовідведення в 60-70-х роках XX ст. Каналізаційні насосні станції (КНС) підприємства ВКХ, знаходячись в умовах постійного зростання цін на електроенергію, недостатнього фінансування, не можуть зробити

значні одноразові, цілеспрямовані капітальні витрати на модернізацію систем водовідведення.

У такій ситуації можливе рішення тільки одному із завдань - зниження енергоємності перекачування стічних вод. Проте, така постановка завдання для підприємств, що експлуатують потужні системи водовідведення, до складу яких входить велика кількість КНС, що відрізняються один від одного по технічній оснащеності, об'ємам перекачуваних стоків, іншим показникам, є малоефективною.

Зниження енергоспоживання по кожній станції і системі в цілому можна досягти не лише прямою заміною насосних агрегатів, але шляхом оптимізації режимів роботи насосних агрегатів. Оскільки на насосних станціях встановлено, як правило, різнотипне насосне устаткування, більше того, робочі колеса однотипних насосів відрізняються, то з'являється можливість оптимального перерозподілу навантажень між насосними агрегатами, пов'язаних зі зміною технологічних режимів станції і графіків припливу і об'ємів стоків. На деяких насосних станціях становлені різнотипні насосні агрегати з сінхроним та асінхроних електроприводомю. Вироблення та споживання активної та реактивної потужностей повинно ураховуватися при вирішення завдання оптимального розподілу навантажень.

Використання енергетичних характеристик припускає визначення не стільки абсолютних значень сумарного енергії, скільки їх прирістів. Практичне завдання пошуку оптимуму (на основі відносних приростів, за допомогою вектору-градієнта та ін.) може бути вирішене двома способами:

- аналітичним знаходженням похідної первісної функції критерия по варійованих змінних. Диференціювання функції хоча і є дуже принадним, проте такий шлях не завжди може бути реалізований внаслідок порушень безперервності функцій, їх досить складного математичного опису, наявності емпіричних залежностей.
- по кінцевих чисельних приростах цільової функції розрахунковим шляхом.

Останній підхід найчастіше застосовується у поєднанні з чисельними методами і не вимагає диференціювання і підготовки спеціальних залежностей для визначення похідних. Значень похідних, що набувають, в цьому випадку виявляються усередненими на інтервалі приросту змінних. Це дозволяє досить стійко працювати навіть з переривчастими функціями, що мають злами і стрибкоподібні зміни.

Розподіл навантажень між відцентровими насосами здійснюється за їх енергетичними характеристиками з урахуванням витрат води. Розподіл навантажень між насосами може дати 2-4 % економії

споживання електроенергії.

Математичне завдання оптимального розподілу навантажень насосів формулюється таким чином: необхідно знайти такі значення навантажень кожного з паралельно працюючих насосів, які забезпечують мінімум умовної витрати енергії, що витрачається єлектричним привідом.

$$E_{сум} = E_1 + E_2 + \ldots + E_i \rightarrow min,$$

де E_i – витрата електроенергії насосом, яка залежить від його подачі та ККД.

Завдання оптимізації має бути вирішене як мінімум за наявності одного обмеження:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n.$$

Окрім цього обмеження на змінні, що оптимізуються, накладаються у виді:

$$Q_{min} < Q_n < Q_{max},$$

де Q_{min}, Q_{max} - відповідно, мінімальне і максимальне подача насоса яка визначаэться за технічними умовами експлуатації.

Для вирішення завдання застосований чисельний метод оптимізації - метод невизначених множників Лагранжа.

РЕКОНСТРУКЦІЯ УЩІЛЬНЕННЯ РЕГЕНЕРАТИВНИХ ПІДІГРІВАЧІВ ПОВІТРЯ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ПРИСОСІВ ПОВІТРЯ

Т.М. Пугачова, професор, О.В. Круглякова, доцент, *Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Нещільності регенеративного повітропідігрівача (РПП) є однією з причин зниження потужності енергоблоку з огляду на те, що перетоки повітря в газову частину РПП призводять до обмеження навантаження котла по продуктивності димососів й вентиляторів, а також збільшення витрат електроенергії на власні потреби.

В повітропідігрівачах застосовуються окружні, радіальні й центральні ущільнення, які призначені запобіганню присосам і перетокам повітря в газовий тракт.

Для підвищення ефективності роботи РПП ущільнення оснащуються системою переміщення ущільнювачів рам з ручними

приводами. Така система ущільнень дозволяє підтримувати задані мінімальні зазори в ущільненнях розміром близько 2-3 мм.

Установка такої системи дозволяє уникнути частих переналаштувань і регулювань ущільнень.

При необхідності, система ущільнень може бути доповнена електроприводами пристроїв переміщення.

Модернізації підлягають окружні, секторні, радіальні й центральні ущільнення, ротор, корпус РПП, верхня й нижня кришки корпусу РПП.

РПП необхідно обладнувати електромеханічними приводами переміщення верхньої ущільнювальної рами й температурним датчиком, який контролює температуру відхідних газів перед повітропідігрівачем; сигнал від датчика надходить до блокового щита керування (БЩК) енергоблоку. Коли температура газів сягає 250 ºС, електромеханічні приводи приводяться в дію оперативним персоналом з БЩК енергоблоку. Дана температура отримана в результаті розрахунків, що були виконані на підставі даних з експлуатації РПП.

Керування величиною зазору між ущільнювальними рамами й ротором здійснюється пристроями переміщення, які встановлюються на верхню й нижню кришки корпусу. На нижню кришку корпусу встановлюються тільки ручні пристрої переміщення (в кількості 19 штук).

На верхню кришку корпусу встановлюються пристрої переміщення ущільнювальної рами, як ручні (8 шт.), так і з електроприводом (11 шт.). Ручні приводи встановлюються в центральній частині ущільнювачів секторів, які поділяють газову й повітряну частини повітропідігрівача, а з електроприводом - на периферії.

Система регулювання зазорів в ущільненнях повітропідігрівача при його роботі в основному режимі повинна забезпечувати синхронне вертикальне переміщення приводами країв верхньої ущільнювальної рами в 11-ти точках за її периметром, включаючи 4 точки в секторній частині.

Після налагодження, при наступних пусках котла електроприводи вмикаються після прогріву ротора і корпусу. Коли температура гарячих газів на вході в підігрівач повітря сягає 250 °С, оператор на БЩК вмикає електроприводи, які синхронно переміщують штоки ущільнювальної рами вниз до досягнення крайнього нижнього положення, на якому спрацьовують кінцеві вимикачі, і електроприводи відключаються.

Висновок. Впровадження реконструктивних заходів для зниження присосів і перетоків повітря забезпечує:

- підвищення економічності зі збільшенням ККД котла на 0,6 %;
- зменшення витрат палива;

- зменшення витрат електроенергії на привід тягодуттьових машин;
- надійне забезпечення котлів тягою і дуттям при навантаженнях, що є близькими до номінальних;
- стабільні експлуатаційні характеристики повітропідігрівачів;
- скорочення ремонтних витрат на підтримання газощільних повітропідігрівачів.

Для газомазутного котлоагрегату ТГМ-314, який оснащений чотирма РПП-68, з тривалістю роботи енергоблоку 5090 годин на рік і середньорічним навантаженням 683 т/год, після реконструкції ущільнень економія природного газу складе близько 980 тис. м^3.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

О.С. Петроченко магістрант, ДВНЗ «ПДТУ»

Проблема економії палива на опалювальній котельні є у теперішній час дуже важливою проблемою. Переваги систем теплопостачання, що використовують відновлювальні джерела енергії, в порівнянні з їх традиційними аналогами, пов'язані не тільки зі значним скороченням витрат енергії в системах, а й з їх екологічною чистотою, а також з новими можливостями для підвищення ступеня автономності роботи. Обладнання систем централізованого теплопостачання, яке дісталися з часів СРСР, застаріле, має низькі техніко-економічні показники морально та фізично застаріле. У міських системах комунального теплопостачання використовується дорогий природний газ та змоги перевести обладнання на роботу на інших видах палива не має. Для роботи на альтернативних паливах – вугіллі, біопаливі котельні потребують великої модернізації. Використання нетрадиційних джерел енергії сонячної, тепла повітря, ґрунту потребу.

Резерви економії для подібних об’єктів можна знайти за рахунок оптимізації її внутрішньої структури та режимів роботи. При цьому економія палива може досягати 8-12 %. Подібній роботи повинно передувати всеосяжний енергоаудіт обладнання котельнь та аналіз можливостей оптимізації.

Одним з ефективних шляхів економії палива в районних котелень та інших енергетичних установках є оптимізація режимів роботи. Її можна здійснити в тому випадку, якщо є енергетичні характеристики обладнання, що відповідають дійсному технічному стану. У

теплотехнічного обладнання при інтенсивній експлуатації відбувається швидка зміна (погіршення) показників. На цей процес впливає безліч факторів: навантаження, якість палива, особливості конструкцій, наявність дефектів металу і якість ремонтів, водно-хімічний режим і ін. Тому характеристики навіть однотипних елементів в залежності від тривалості експлуатації різко відрізняються.

Температура мережної води на виході з котельні змінюється у відповідності з температурою навколишнього середовища відповідно то температурного графіку системи опалення. Таким чином температурний графік безпосередньо впливає на температуру води на виході з котла та його ККД.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА СБОРКИ И СВАРКИ КУЗОВОВ ПОЛУВАГОНОВ

М. В. Соловьёв, А.А. Фадеев, студенты гр. ТиУЗ-18-М,
П.В. Коросташевский канд. техн. наук, ст. препод. кафедры АиМСП
ГВУЗ «ПГТУ»

Сборка и сварка кузовов полувагонов осуществляется в подавляющем большинстве случаев в серийном и крупносерийном производстве на поточно-механизированных линиях в специальных стендах. Несмотря на продолжительное время выпуска изделий, достаточно механизированные технологические процессы резервы повышения производительности качества изготовления полувагонов не исчерпаны.

Так при сборке кузова в механизированных гидрофицированных стендах возникают проблемы с выборкой зазоров в сварных стыках между балками рамы и уголками и стойками каркасов боковых стен. Это требует дополнительных усилий, снижает производительность труда, не всегда удаётся достичь и высокого качества сборки. Происходит это потому, что при работе гидроцилиндров стенда штоки их перемещаются неравномерно, из-за чего балки рамы и стойки каркасов боковых стен не прижимаются друг к другу, а врезаются своими гранями друг в друга и заклинивают с образованием клиновых зазоров до того, как плотно прижмутся друг к другу. Устранить это явление можно путём введения в гидросистему стенда дополнительных гидрораспределителей с ручным управлением, которые позволят переключать гидроцилиндры разжимая и сжимая собираемый узел.

Увеличить производительность и качество сварки можно путём замены полуавтоматической сварки на автоматическую в среде углекислого газа. Сварку вертикальных швов производить так же, как и в настоящее время – в горизонтальном положении, используя для этого кантователи. Для этого в стенде сварки необходимо в качестве автоматов применить малогабаритные сварочные тракторы с магнитным прижимом Mag Trac F-61 фирмы «Kemppi» с комплектующим их оборудованием той же фирмы, предназначенные для механизации выполнения продольных швов сваркой MIG/MAG. Для их перемещения в стенде вне кузова и для захода в кузов необходимо предусмотреть в зоне торцевых стен кузова специальные балки с направляющими.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІВКОВИХ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ СОЛЕВМІСНИХ РОЗЧИНІВ

В.Г. Павлова, старший викладач, О.В. Долобовська, аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», О.В. Кошельнік, доцент, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Підприємства різних галузей промисловості (фармакологічної, харчової, хімічної та ін.) включають в себе технологічні схеми з використанням розчинів або суспензій. Зміна їх концентрації досягається за рахунок застосування процесу випарювання, який здійснюється шляхом повного або часткового випаровування розчинника в процесі кипіння.

Процеси випаровування здійснюються в установках, які в залежності від типу речовини, що обробляється, мають різну конструкцію. Економічність роботи випарної установки визначається капітальними і експлуатаційними витратами на одиницю виробленої продукції.

Економія енергії в випарних установках може досягатися трьома методами: багатоступеневим випаровуванням; застосуванням термокомпресора із струменевим стисненням пари; застосуванням термокомпресора з механічним стисненням пари. Використання одного з цих способів дозволяє значно знизити споживання енергії. Часто існує можливість поєднувати одраз декілька способів для скорочення капітальних і експлуатаційних витрат.

Відомо, що одним з факторів при виборі того чи іншого типу обладнання є чистота розчину. Так, для обробки рідин з високою

в'язкістю або схильних до інкрустації поверхонь теплообміну, які містять компонент, що кристалізуються, застосовують випарні апарати з природною або примусовою циркуляцією та винесеною зоною кипіння. Тут процеси кипіння та випаровування рідини відбуваються не на поверхнях теплообміну, а в сепараторі. Тим самим зводять забруднення поверхонь нагріву при осадженні компонентів, який кристалізуються, до мінімуму. Застосування плівкових випарних апаратів в цьому випадку обмежено, не дивлячись на ряд безсумнівних переваг даного типу обладнання. Таким є малий час протікання процесу випарювання, що істотно для термолабільних розчинів, а також значно менші габарити і металоємність в порівнянні з випарними апаратами з винесеною зоною кипіння. Серед переваг можна назвати і високу загальну енергоефективність обладнання, що досягається за рахунок застосування механічного або термічного компресора вторинної пари. Це дозволяє максимально використовувати мінімальний температурний напір і можливості багатоступінчастого випарювання.

Пераховані переваги плівкових випарних апаратів викликають науковий і практичний інтерес до пошуку методів реалізації процесу випарювання розчинів, що вміщують солі, а отже, і до розширення можливостей їх застосування.

Для продуктів, схильних до сильного забруднення стінок, застосовують апарати з псевдозрідженим шаром. У них часткове очищення поверхонь нагріву здійснюється за рахунок внесення твердих частинок (керамічних, скляних, сталевих кульок), які крім функції очищення, так само покращують процеси теплообміну. Після проходження одного циклу випаровування, тверді частинки повертаються в розчин, що подається в апарат. Таким чином, завдяки безперервній очистці теплообмінної поверхні досягається тривалий робочий період апарату.

Подібний підхід можливий і для плівкових апаратів, де в якості твердої добавки можуть бути використані кристали твердої фази самого розчину. Але реалізація даного методу вимагає подальшого дослідження процесів випаровування багатофазних рідин і взаємовпливу процесів кипіння, пароутворення і кристалізації.

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗРІВНЯЛЬНОГО БАРАБАНА В ПОЛІСПАСТІ ЛИВАРНИХ КРАНІВ ЯК АЛЬТЕРНАТИВУ БАЛАНСИРУ

О.Є. Вовненко., інженер-конструктор, ПрАТ «НКМЗ» – Новокраматорський машинобудівний завод, м. Краматорськ

У ливарному кранах для фіксації одного з кінців каната

використовують різні зрівняльні пристрої, що застосовуються для запобігання перекосу вантажу. Найбільш розповсюдженим є балансир.

В якості альтернативи балансиру, пропонується використовувати зрівняльний барабан з притискним роликом (див. Вовненко О.Є., Дорохов М.Ю., Зрівняльний пристрій, Патент України № 136697, МПК B66D3/10).

Для визначення найкращого рішення, була спроектована і створена модель головного підйому ливарного крана, яка достовірно дозволила відтворити поведінку елементів конструкції, і проведені експерименти по обриву однієї з гілок каната, з використанням балансира і зрівняльного барабана.

В якості критеріїв вибору оптимального зрівняльного пристрою виступили швидкість падіння, амплітуда і кількість коливань вантажу. Дані параметри на пряму впливають на безпеку і надійність при експлуатації ливарного крана.

Експеримент дозволив зробити наступні висновки:

При використанні зрівняльного барабана в порівнянні з балансиром швидкість падіння вантажу зменшилася на 50 %;

Відхилення в бічній проекції зменшилось на 11,3°;

Відхилення у фронтальній проекції збільшилось на 1,6°;

Зменшення кількості коливань вантажу в 3 рази.

Даний показники були досягнуті шляхом переробки конструкції зрівняльного пристрою і реалізації його у вигляді зрівняльного барабана з притискним роликом. Це рішення дозволяє забезпечити постійну фіксацію каната по відношенню до зрівняльного барабану без втрати можливості балансування вантажу і зрівняння довжин канатів. Конструкція спроектована таким чином, що при заміні вже використовуваного балансира, не потребує зміни вже наявного місця кріплення.

Зменшення швидкості падіння вантажу, також знижує навантаження на металоконструкцію крана, що збільшує термін її служби і знижує необхідність її відновлення при аварії.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИ ЗАХОДИ ПРИ ВОДОПІДГОТОВЦІ НА ОПАЛЮВАЛЬНІЙ КОТЕЛЬНІ

С.Д. Науменко, магістрант, гр. ЕМ-18-М ДВНЗ «ПДТУ»

Основне завдання системи водопідготовки для котелень - запобігти утворенню мінеральних відкладень на внутрішній поверхні водогрійних котлів, теплообмінників і трубопроводів теплових станцій. Ці відкладення призводять до значних втрат потужності водогрійних

котлів, а в деяких випадках можуть повністю заблокувати роботу котельні через закупорювання внутрішньої конструкції водогрійного обладнання або освіти осередкової корозії.

Нині, для вдалого проведення енергозберігаючих заходів, мета яких – підвищення ефективності будь-якого енергетичного процесу, необхідне проведення енергоаудиту котельні, який дозволить оцінити стан обладнання і доцільність технології. Завдяки цим початковим діям можлива розробка і планування заходів по модернізації, ремонту або заміні технологій, методів або обладнання для подальшого підвищення ефективності використання енергоресурсів на котельні.

Через високі ціни на капітальний ремонт, або повну заміну системи водопідготовки, виникає питання про підвищення ефективності, не вдаючись до величезних витрат. В процесі енергоаудиту проводяться вимірювання багатьох параметрів і аналізується велика кількість коефіцієнтів. Виходячи з отриманих даних надається звіт, в якому, крім опису проведення енергоаудиту, наводяться технічні та економічні розрахунки, план з модернізації та оцінкою екологічної вигоди.

На досліджуваних котелень в система водопідготовки полягає в основному в термічній обробці води та деаерації. Але існує багато різних окремих і комбінованих технологій, і для вибору цієї технології, а так само рішення проблем з енергоефективної і фінансової точки зору, необхідний енергоаудит котельні.

Досліджуючи досвід зарубіжних розвинених країн, спостерігається ефективна система застосування енергоаудиту котельних, за якими слід модернізація і подальше збільшення ефективності роботи як окремих вузлів, так і всієї теплової схеми.

Отже, для підвищення ефективності системи водопідготовки в опалювальних котелень, необхідне проведення енергетичного аудиту, розробка заходів з модернізації, техніко-економічне обґрунтування, та безпосередньо, реалізація плану щодо підвищення енергоефективності котельні.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИ ЗАХОДИ НА КОТЕЛЬНЯХ ПРИ СПАЛЮВАННІ ПАЛИВА

М.Д. Науменко, магістрант, гр. ЕМ-18-М ДВНЗ «ПДТУ»

Енергоефективність та раціональне спалювання палива на опалювальних котелень є одним з найважливіших факторів, що впливають на економічність і рентабельність виробництва тепла. Також це стосується якості обслуговування споживачів

В сучасних умовах, для успішного проведення енергозберігаючих

заходів, мета яких підвищити ефективність будь-якого енергетичного процесу, необхідне проведення енергетичного аудиту, який дозволить оцінити стан обладнання і доцільність технології. Завдяки цим початковим дій можлива розробка і планування заходів по удосконаленню, ремонту або заміні технологій, методів і обладнання для подальшого підвищення ефективності використання енергоресурсів. В тому числі, спалювання палива на опалювальних котелень.

З ростом цін на газ питання економії стає все актуальнішим і вимагає серйозного підходу до вирішення проблеми ефективного використання даного енергоресурсу в процесі його спалювання. В процесі енергоаудиту проводиться вимір безлічі параметрів і аналізуються коефіцієнт корисної дії, втрати, надлишки повітря і т.д. Зводиться паливно-енергетичний баланс і обстежуються котли для комплексної оцінки їх роботи. А також безліч інших дій. В результаті надається звіт, в якому, крім опису проведення енергоаудиту, наводяться технічні та економічні розрахунки, план з модернізації та оцінкою екологічних вигод.

Досліджуючи досвід зарубіжних розвинених країн, спостерігається ефективна система застосування енергоаудитів котельних, за якими слід модернізація і подальше збільшення ефективності роботи як окремих вузлів, так і всієї теплової схеми.

Отже, для підвищення ефективності спалювання газу в опалювальних котелень, необхідне проведення енергетичного аудиту на опалювальної котельні, розробка заходів з модернізації, техніко-економічне обґрунтування і, безпосередньо, реалізація плану щодо підвищення енергоефективності котельні.

ПИТАННЯ, ЩОДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

*В.О. М'ясищев, магістрант, В.П. Маршуба***,** *доцент кафедри зварювання, НТУ «ХПІ», Харків, Україна.* marshuba_vp@outlook.com

Алюмінієві сплави знайшли досить широке застосування у різних видах промисловості й має великі перспективи подальшого розвитку. Прикладами мо-жуть слугувати виробництво різзноманітної продукції: суден, літаків і ракетної техніки, виготовлення вагонів для швидкісної залізниці і корпусів автомобілів [1]. У всіх перерахованих випадках використовуються різні за своїм складом і механічними властивостями алюмінієві сплави, а виготовлення просторових конструкцій пов'язано зі зварюванням.

Відзначимо, що більшість проблем зварювання алюмінієвих сплавів від-носяться до отриманням конструкцій з тонколистових

матеріалів.

Останнім часом для вирішення цих завдань все більш широко застосо-вують лазерні технології [1, 2]. Для цього використовують лазерні технологічні комплекси, які набули значного поширення в різних галузях машинобудуван-ня. У вітчизняній промисловості ще з 80-х рр. минулого сторіччя застосовували комплекси М-36М та М-25С. Комплекс М-36М призначено в основному для розкрою листових матеріалів. Комплекс М-25С дозволяє поряд із розкроєм лис-тових матеріалів здійснювати операції термічної обробки, наплавлення, зварю-вання. Однак, незважаючи на визнану перспективність лазерного зварювання, слід зазначити дві важливі проблеми, що виникають при її застосуванні.

Перша проблема - висока відбивна здатність поверхонь алюмінієвих сп-лавів, яка в поєднанні з їх високою теплопровідністю робить проблематичним здійснення процесу лазерного зварювання [3]. Вирішенням цієї проблеми є використання випромінювання більшої потужності для подолання певного порогового значення (для CO_2-лазерів – зазвичай понад 2,0 кВт [8]), при якому починається стабільний процес зварювання. Підвищення потужності випроміню-вання призводить до збільшення вартості лазерного обладнання і, як наслідок, зростання вартості погонного метра зварного шва.

Одним із способів вирішення цієї проблеми є зменшення довжини хвилі лазерного випромінювання, що приводить до зниження зазначеного порогового значення. Прикладом може бути заміна технологічного CO_2-лазера твердотілим Nd: YAG-лазером [4]. Економічно більш вигідним є використання комбінова-них [2] або гібридних лазерно-дугових [5] технологій.

Другою важливою проблемою, яка виникає при лазерному зварюванні тонколистових алюмінієвих сплавів, є очищення поверхні різноманітних виро-бів, що зварюються, від поверхневої окисної плівки. Зазвичай цю операцію виконують механічним способом або хімічним травленням в водно-лужному розчині. Німецькі вчені, вирішуючи цю проблему, розробили спосіб лазерної очищення дета-лей, що зварюються від окисної плівки [6]. Для досягнення ефекту запропоновано розщеплювати лазерний пучок на два – слабший (тей, що очищає) і більш потужний (зварювальний). Можливо також застосування спеціальних лазерних установок, призначених для очищення поверхні фемтосе-кундними лазерними імпульсами з малою середньою і досить високою піковою потужністю [7].

Однак всі зазначені рішення пов'язані з істотними додатковими витрата-ми, в той час як використання значно більш економічних

дугових способів зварювання дозволяє виконувати катодний очищення алюмінієвих поверхонь від окисної полон шляхом застосування різнополярних імпульсів [8]. Таким чином, застосування гібридного лазерно-дугового (лазерно-плазмового) зварю-вання здатне зробити можливим поєднання окремих переваг лазерної і дугового зварювання з одночасним усуненням їх недоліків. Тому виконана робота є актуальною.

Література

1. Welding of Aluminum Car Body Parts with Twin-Spot High Power Nd:YAG Laser / K. S ibata, T. Iwase, H. Sakamoto, M. Kasukawa // Journal of Light Metal Welding and Construction. – 2003. – Vol. 41, N 4. – P. 25–34.

2. Volpone, M. Laser e Friction Stir Welding – Due Tecnologie di Giunzione Emergenti. Confronto su Vantaggie Limitazioni / M. Volpone, S. M. Mueller // Rivista Italiana della Saldatura. – 2005. – N 5. – P. 683–691.

3. Абильсинтов, Г. А. Технологические лазеры : справочник : в 2 т. Т. 1. Расчет, проектирование и эксплуатация. / Г. А. Абильсинтов [и др.]; под ред. Г. А. Абильсинтова. – М. : Машиностроение, 1991. – 432 с.

4. Tsukamoto, S. Laser Welding / S. Tsukamoto // Welding International. – 2003. – Vol. 17, N 10. – P. 767–774.

5. Development of TIG-YAG and MIG-YAG hybrid welding. / T. Ishide, S. Tsubota, M. Watanabe, K. Ueshiro // Welding International. – 2003. – Vol. 17, N 10. – P. 775–780.

6. Shelyagin, V. D. Laser-Arc and Laser-Plasma Welding and Coating Technologies. / V. D. Shelyagin, I. V. Kritsun, Yu. S. Borisov // The Paton Welding Journal. – 2005. – N 8. – P. 44–49.

7. Сентис, М. Л. Удаление оксидных пленок излучением XeCl-лазера для дезактива-ции поверхностей. / М. Л. Сентис, Ф. Делапорт, В. Марине, О. Утеза // Квантовая электроника. – 2000. – Т. 30, № 6. – С. 495–500.

8. Микроплазменная сварка / Б. Е. Патон [и др.]. – К. : Наукова думка, 1979. – 248 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВАРКИ ОБЕЧАЕК СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

Ф.В. Моргай, аспирант ГВУЗ «ПГТУ»

Область применения сильфонных компенсаторов практически не имеет ограничений. Они используются в транспортных средствах, энергетических объектах, космической технике, медицинском оборудовании в магистральных нефте- и газопроводах, в судовых и

энергетических трубопроводах, в стыковочных узлах космических аппаратов и многом другом техническом оборудовании. В качестве материалов для изготовления сильфонов используются коррозионностойкие аустенитные хромоникелевыестали, которые обладают высокой коррозионной стойкостью во многих коррозионноагрессивных средах.

Сильфонные компенсаторы должны обладать следующими свойствами: прочностью, герметичностью, стойкостью к высоким (низким) температурам, устойчивостью против коррозии, надежностью в эксплуатации. На внешнюю и внутреннюю оболочку сильфона длительное время воздействует внешняя и внутренняя среда различной коррозионной агрессивности при повышенных температурах и больших давлениях.

Таким образом, сильфонные компенсаторы являются важнейшим и неотъемлемым элементом трубопроводных систем различного назначения.

В связи с этим, что используемый материал при изготовлении сильфоннов дорогостоящий, а сварочные швы обечаек должны быть качественными и надежными как во время производства сильфонна так и на протяжении всей эксплуатации. Было принято решение разработать и собрать установку для моделирования процесса сварки обечаек на парафиновых плитах (рис. 1) и определения оптимальных режимов сварки.

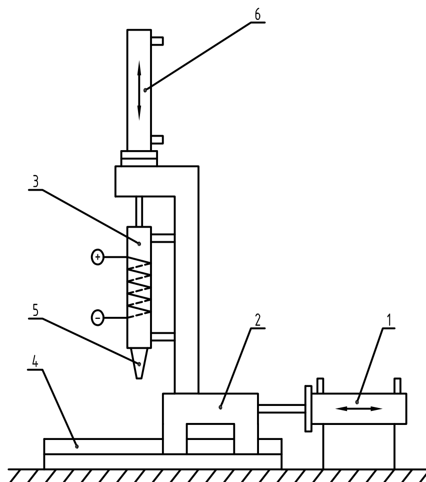


Рисунок 1 – Установка для моделирования процесса сварки обечаек на парафиновых плитах

Данная установка состоит из линейных направляющих поз.4 на

которых расположена каретка с консолью поз.2, на которую закреплен пневмоцилиндр поз.6 и устройства для подачи жидкого парафина поз.3 с электрическим подогревом и сменными насадками поз.5 с пропускными диаметрами 3,4,5 и 6мм, и пневмоцилиндра поз.1. Процесс моделирования заключается в том, что парафиновые пластины устанавливаются между направляющих фиксируются, выставляется необходимый зазор между плитами и устройством подачи разогретого парафина, на устройство подается напряжение для разогрева парафина до нужной температуры и в пневмоцилиндры подается воздух. Пневмоцилиндр поз.1 обеспечивает перемещение каретки вдоль пластин, а пневмоцилиндр поз.6 обеспечивает подачу разогретого парафина в разделку. Регулирование скорости перемещения и подачи парафина обеспечивается высокоточными дросселями, которые позволяют регулировать скорость перемещения.

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ У ГАЗОПАРОВОМУ ЦИКЛІ

І.В. Маляков, магістрант, В.М. Житаренко, ст. викл. каф. ПТЕУ та ТП, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Коефіцієнт корисної дії (ККД) сучасних теплоенергетичних установок, які базуються на термодинамічних циклах досяг технічної межі. ККД сучасних циклів ГТУ становить – 38-46 %, паротурбінних циклів - 42-46 %. Подальше підвищення термічного ККД циклів за рахунок відомих методів можливо, але не є доцільно з економічної точки зору та із-за відсутності технологічних матеріалів.

Набуло широкого розмаху в великій енергетиці використання парогазових технологій ПГУ за скидною схемою з двох або трьох контурними котлами-утилізаторами, ПГУ з циклами Cheng, LOTEKHO, STIG, A-STIG, HATE, Водолій тощо. Всі ці новітні технології дозволяють отримати ККД який сягає 58-62 % шляхом використання простого комбінування процесів та установок.

У даний час, досить перспективним є подальше удосконалення газопарових установок з бінарним робочим тілом (ГПУ). Відомі різні варіанти ГПУ, у тому числі: технологія STIG", A-STIG, цикл Ченга і технологія «Водолій». В установках типу STIG перегріта пара впорскується в газовий тракт ГТУ, а частина його може подаваться промисловим споживачам. Питомі капіталовкладення в контактні ПГУ типу STIG на 10-20 % нижче, ніж в бінарні ПГУ. Їх великим недоліком є необхідність підготовки великої кількості знесоленої води [1,2].

Технологія «Водолій» з конденсацією парової складової

парогазової суміші після КУ і сепарацією вологи, вирішує цю проблему. Але, оптимальна ступінь підвищення тиску є відносно невеликою. Якщо ступінь підвищення тиску в компресорах перевищує 200, то ступінь зниження тиску в турбіні збільшується і температури відхідних газів не достатньо для утворення пари необхідних параметрів. Тому є необхідність встановити котел - утилізатор між двома ступінями компресору, та використовувати для генерації пари теплоту, яку має повітря після першого ступеня компресору [2,3]. Ця температура сягає 500-600^{o}C, що достатньо для отримання пари з біля- або надкритичними параметрами. У ряді випадків буде доцільним впорскувати у камеру згоряння не надкритичну водяну пару, а воду. У разі, якщо темперутуру після камери згоряння потрібно суттєво знизити, впорскування води дозволить зменшити коефіцієнт надлишку повітря з 3-4 до 1,1-1,15. Це призведе до зростання ККД циклу за рахунок зменшення роботи компрессора, а зростання долі водяної пари у турбіні підвищіть теплоємність суміші та збільшить питому роботу у турбіні. Схема газопарової установки зображена на рисунку.

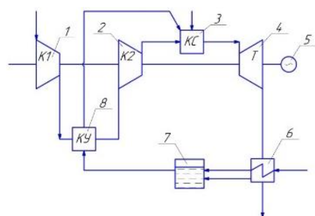


Рисунок – Схема газопарової установки з надкритичним параметрами та конденсацією пари:

1-компресор першого ступеня, 2-компресор другого ступеня, 3 - камера згоряння, 4-газова турбіна, 5-електро-генератор, 6-контактний конденсатор, 7-бак-накопичувач, 8-котел-утилізатор

Створена розрахункова модель газопарового циклу з надкритичними параметрами дозволяє визначити оптимальний ступінь підвищення тиску у компресорі, оптимальній ступінь розширення та оцінити ефективність циклу. Оптимальний ступінь підвищення тиску при температурі газів перед турбіною у 950-1100 ^{o}C не припадає на надкритичні параметри у котлі. При реалізації надкритичного циклу з СПТ 230-250 розрахункова ефективність циклу нижча за оптимальну і зростає при зростанні відсотку пари у суміші.

Попередні розрахунки циклу ГПУ на надкритичних параметрах підтвердили, що ККД подібної установки у разі використання у якості хвостових поверхонь котла контактного утилізатора по типу установки «Водолій» та використання двоступеневої схеми стиснення повітря у компресорі з проміжним охолодженням може сягати 72 %.

Отже цей комбінований цикл має ще багато можливостей для вдосконалення і в майбутньому прийде на зміну багатьом сучасним

термодинамічним циклам перетворення теплоти з безпечним робочим тілом.

Література

1. Андрющенко, А. И. Основы технической термодинамики циклов теплоэнергетических установок / А. И. Андрющенко. – М. : Высшая школа, 1977. – 280 с.

2. Когенернационно-утилизационные технологии на базе газотурбинных установок / Г. Н. Любчик [и др.]; под ред. Г. Н. Любчика, Л. Б. Чабановича. – К. : Варта, 2008. – 185 с.

3. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов. – М. : МЭИ, 2002. – 584 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПЛАВЛЕННЯ ДВОМА СРІЧКОВИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ З КЕРОВАНИМ ПЕРЕНЕСЕННЯМ ЕЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛУ

О.В. Лаврова, доцент, В.С. Кібіш, аспірант ДВНЗ «ПДТУ»

Важливою проблемою є вирішення питання енергоефективності та забезпечення ресурсозберігаючої технології при наплавленні стрічковим електродом. На теперішній час дослідники застосовують з цією метою контрольоване перенесення електродного металу з торцю стрічкового електроду. Встановлено, що при наплавленні двома стрічковими електродами з контрольованим механічним тепло- массоперенесенням електродного металу підвищується продуктивність процесу. Однак, відсутні дослідження, в яких розглядається схема пристрою для наплавлення під флюсом двома стрічковими електродами з керованим переносом електродного металу з торців електродів.

Тому розробка пристрою для наплавлення під флюсом двома стрічковими електродами з контрольованим перенесенням електродного металу з торців стрічкових електродів в зварювальну ванну, а також визначення впливу параметрів режиму наплавлення на параметри проплавлення основного металу і стабільності проплавлення при використанні технології наплавлення двома стрічковими електродами є актуальною темою досліджень.

Встановлено, що геометричні параметри зон проплавлення і наплавлення прямо пропорційно залежать від величин струму наплавлення і напруги на дузі. Збільшення розмірів зони проплавлення призводить до відповідної зміни частки участі основного металу, хоча ця залежність є менш вираженою. Підвищення швидкості наплавлення

призводить до більш вираженого зниження глибини проплавлення і частки участі, що можна пояснити збільшенням витрат тепла дуги на плавлення флюсу.

Таким чином, розроблена конструкція дозволяє оптимізувати параметри імпульсного механічного перенесення і запобігти деформуванню стрічкових електродів, забезпечити почерговий зворотно-поступальний рух торців стрічкових електродів з оптимальними частотою і амплітудою. Це забезпечує оптимальні розміри наплавленого валика при можливості зменшення витрат електродного металу на втрати і перегрів, відповідно, енергії, що витрачається на плавлення і забезпечити ресурсосберегаючу технологію наплавлення.

УТИЛІЗАЦІЯ НИЗКОПОТЕНЦІЙНОГО ТЕПЛА ЗА ДОПОМОГОЮ БІНАРНИХ ЦИКЛІВ

О.О. Кузнецова, М.Е. Бажан, магістранти, В.М. Житаренко, ст. викл. каф. ПТЕУ та ТП ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

В ряді технологічних процесів, зокрема, у чорній металургії, утворюється величезна кількість низькопотенційних вторинних енергоресурсів (ВЕР)[1]. Серед циклів для утилізації теплоти низькопотенційних ВЕР, що працюють на бінарній суміші, виділяються цикли Калини [2] і цикли Госвамі [3]. Цикл Калини є більш ефективним, ніж цикл Ренкіна, через те, що для кипіння бінарної суміші не потрібні високі температури, а, отже, і високотемпературні джерела тепла. Цикл Госвамі також призначений для утилізації низькопотенційних теплових ВЕР, відмінністю цього циклу від його аналогу – циклу Калини - є можливість вироблення не тільки електроенергії, але і холоду. Це досягається шляхом зниження тиску після турбіни та отримання, внаслідок цього, перерозширеного аміаку. Дослідження [4] показали, що заміна традиційного конденсатора у паротурбінному циклі циклом Госвамі зменшує енергетичні втрати, знижує питомий об’єм пари та підвищує його ступінь сухості на останніх ступенях парової турбіни.

Зміна температури під час кипіння і конденсації суміші дозволяє підтримувати температурний профіль бінарної робочої рідини ближче до джерела тепла температури, що знижується термодинамічну нерівноважність. На рисунку показаний профіль температури в парогенераторі для двох циклів: Калини і Ренкіна.

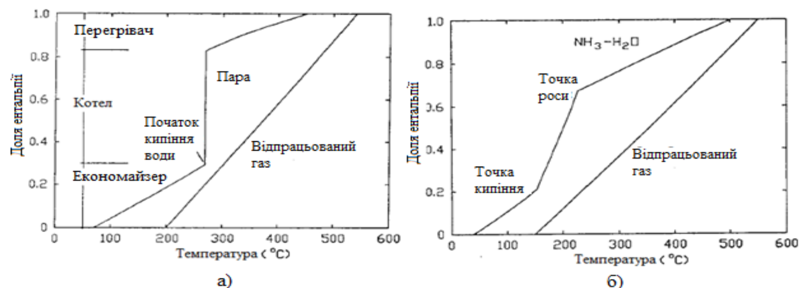


Рисунок – Th-діаграми циклу Ренкіна (а) та циклу Калини (б) [3]

Цикл Калини здатний використовувати більше енергії від джерела тепла, ніж цикл Ренкіна. Як видно з рисунку у циклі Калини криві охолодження теплоносія та підігріву робочого тіла збігаються сильніше, ніж у циклі Ренкіна. Це дозволяє зменшити обсяг гарячого теплоносія при однаковій теплоті, що значно підвищує ефективність установки. Також значення середнього температурного напору для циклу Калини буде менше, ніж у циклу Ренкіна, що дозволяє використовувати менші площі поверхонь теплообміну теплообмінників. У [5] наведені дані про відомі установки, що працюють на бінарній суміші (табл.).

Таблиця – Термічний ККД для різних джерел теплоти

Джерело теплоти	Температура джерела, ^{0}C	Температура на вході до турбіни, ^{0}C	Термічний ККД, %	ККД циклу Ренкіна, %
Вентиляційне повітря, стічні води	40-60	40	2,0	неможливо реалізувати
Пара випарного охолодження	140	130	13,7	біля 4,0
	150	140	13,7	
	175	155	14,0	
Гази, що відходять від технологічних агрегатів	250-300	285	21,0	13
Високотемпературні джерела	465	450	27,3	15-18
	465	450	27,7	

Найбільша привабливість циклу Калини полягає у можливості зміни концентрації робочої суміші у схемі залежно від температури що дозволяє підбирати схему установки індивідуально для джерела.

Висновки

1. Різні критичні температури дають можливість використовувати різноманітні енергоресурси, навіть ті,що не підходять для використання в циклі Ренкіна.

2. Середня температура підведення теплоти в циклі Калини вище,

ніж у циклу Ренкина, тоже, ККД циклу Калини більше.

Література

1. Сушон, С. П. Вторичные энергети-ческие ресурсы промышленности СССР / С. П. Сушон, А. Г. Завалко, М. И. Минц.– М. : Энергия, 1978. – 320 с.

2. Zhang, X. A review of research on the Kalina cycle / X. Zhang, M. He, Y. Zhang // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol. 16, N 7. – P. 5309–5318.

3. Xu, F. A combined power/cooling cycle / F. Xu, D. Y. Goswami, S. S. Bhagwat // Energy. – 2000. – Vol. 25, N 3. – P. 233–246.

4. DTI. Advanced power plant using high efficiency boiler/turbine. 2006 [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.nios.com.cn/common/files/File/BPB010(1).pdf

5. Demirkaya, G. Theoretical and Experimental Analysis of Power and Cooling Cogeneration Utilizing Low Temperature Heat Sources / G. Demirkaya // Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment. – 2011. – P. 1145–1157.

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПРОЦЕС КОПАННЯ ГРУНТУ ЗЕМЛЕРИЙНИМИ МАШИНАМИ

В. Г. Крупко, доц., к.т.н., В. В. Сегін, аспірант,
Донбаська державна машинобудівна академія

Актуальність теми: ріст обсягів землерийних робіт вимагає створення високопродуктивної мобільної швидкісної землерийної техніки: машин, устаткування, виконавчих механізмів, інструментів, робочих органів. Тому пошук нових фізичних ефектів процесу руйнування ґрунтів, ефективних способів впливу на робітничі середовища та розробка способів інтенсифікації робочих процесів землерийних машин – актуальне завдання на сьогодні.

На кафедрі ПТМ розроблені приводи виконавчих механізмів землерийних машин, які забезпечують додаткове навантаження від дії хвильового ланцюгового привода, що призводить до виникнення більш поширених зон руйнування, зменшуючи необхідну силу копання та витрати електроенергії на технологічний процес, а також зменшується імовірність зупинки екскаватора в разі зіткнення ковша з більш щільною породою. Таким чином вирішується проблема статичності руйнування ґрунту, що вимагає значних енерговитрат та не потребує високої кваліфікації машиніста екскаватора.

Використання комбінованого типу привода є новим рішенням в галузі зниження енергоємності процесу копання ґрунтів. Комбінований тип привода ґрунтується на застосування хвильової ланцюгової передачі, завдяки впливу якої процес копання набуває динамічного типу руйнування за рахунок додаткових пульсуючих навантажень на ґрунт, що розробляється. Хвильова ланцюгова передача забезпечує дискретність руху. Ківш отримує переміщення від двох барабанів, один з яких надає руху пульсаційності, забезпечуючи додатковий вплив на ґрунт, що розробляється та зменшує сили, необхідні на подолання опору ґрунту, а також знижує енергоємність процесу за рахунок короткочасного збільшення швидкості різання.

Експериментальні дослідження на лабораторній установці з дослідження енерговитрат на процес копання ґрунту ковшем драглайна показали, що при використанні комбінованого привода, енерговитрати на руйнування ґрунтів ковшем драглайна можна зменшити на 15-17 % в порівнянні з класичним приводом.

Висновки. Знизити енерговитрати на процес копання ґрунту землерийними машинами можна застосувавши комбінований тип привода, який в порівнянні з класичним веде до зменшення на 15-17 % енергоємності процесу копання

ПОШКОДЖУВАНІСТЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ

Анугні Каджи Вільям Ландрі магистр, В.П. Маршуба - доцент кафедри зварювання, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
marshuba_vp@outlook.com

Як вказано в роботі на здобуття премії Президента у 2019 р. Глушко А.М. та ін. [1], продовження терміну експлуатації паропроводів енергоблоків ТЕС, є актуальною проблемою для енерге-тики України. А запропонована у роботі концепція зменшення пошкоджуванос-ті зварних з'єднань паропроводів, що отримується шляхом отримання необхід-ної вихідної структури зварних з’єднань з покращеними якісними характерис-тиками, є цілком доцільною.

Як відомо, зварні з'єднання паропровів, пошкоджуються з більшою інтен-сивністю, ніж основний метал цих конструкцій, так яквіни зазнализначного впливу віднагріву призварюванні. Така інтенсивність зумовлена наявністю вихідної структурної, хімічної і механічної неоднорідності металу зварних з'єднань та наявністю фізико-хімічних процесів, що забезпечують структурні зміни та пластичне деформування металу.

Одними з найбільш типових існуючих проблем, які зустрічаються

при виготовленні зварних з’єднань, є утворення холодних та горячих тріщин, а та-кож конструктивні дефекти зварного шва (підризи, непровари та ін.). В наслі-док, чого відбуваються руйнування та аварії, при експлуатації відповідальних зварних конструкцій зі легованих сталей, що супроводжуються значними мате-ріальними витратами.

Основна причина порушення в роботі паропроводів (близько 90 %) – ло-кальна зовнішня корозія, що виявляється у вигляді свищів і розривів металу мережевих трубопроводів та вказані вище тріщини. Найбільш швидко, при ін-ших рівних умовах, зовнішньої корозією уражаються ті паропроводи, в яких є прямий контакт незахищеній поверхні з навколишним середовищем.

За даними статистичних досліджень ОРГРЕС, велика частина пошкод-жень (до 70 %) паропроводів в странах СНД пов'язана з корозією. Незважаючи на розрахунковий термін експлуатації виробів (до 30 років), паропроводи більш ніж на 70 % виробили свій ресурс. У зв'язку з цим значно зросли втрати від пошкоджень. З кожним роком ситуація тільки погіршується. Таким чином, зовнішня корозія теплових мереж та наявність тріщин є одними з основних факторів, що визначають надійність експлуатації систем паропроводів.

Література:

1. Збільшення ресурсу експлуатації зварних з'єднань енергетичного обладнання сучасних енергоблоків ТЕС [Електронний ресурс] / А. В. Глушко, А. О. Перепічай, М. О. Німко, В. А. Шарий. – Режим доступу: http://www.kdpu-nt.gov.ua/uk/content/zbilshennya-resursu-ekspluataciyi-zvarnyh-zyednan-energetychnogo-obladnannya-suchasnyh

MATHEMATICAL MODELING OF THE ELECTROCONTACT SURFACING

O.V. Berezshnaya, docent, S.V. Malugina, docent,
Donbass State Engineering Academy

The mathematical modeling of the electrode strip’s stress-strain state in a thermal deformation focus during electrocontact surfacing was carried out. When calculating the local characteristics of the stress-strain state within the zones of electrode material plastic change by the numerical integration, the forces on the roller-electrode and the moments on the part and on the roller-electrode were determined. Modeling of the electrode material thermal state in the thermal deformation hearth during electrocontact surfacing was carried out according to the theory of thermal conductivity. Knowing the distribution

of the temperature fields along the electrode material in the thermal deformation zone, the current thickness of the electrode tape, and the time of the current pulse, we obtained a dependence to determine the required current. The presented set of analytical descriptions made a complete algorithm for numerical one-dimensional mathematical modeling of the parts' electrocontact surfacing by electrode tape. On this basis software for calculating the main energy-power parameters of the process was developed. A peculiarity of the proposed mathematical model is the correct consideration of the thermal characteristics of the electrode material distribution along the thermal deformation focus. This plays an important role in the formation of the association during the surfacing process. The effect of the kinematic asymmetry coefficient magnitude on the change in the local energy-force characteristics of the process is established. Practically, the results of the automated design of electrocontact surfacing technological modes allow to determine all the initial parameters of the process to obtain a given thickness of the layer deposited on the product surface. In the course of the study, the integral characteristics of the electrocontact surfacing process were determined. It is shown that the change in the kinematic asymmetry coefficient, which depends on the linear velocities ratio of the roller-electrode and the part, is a promising direction of the stress-strain state control of the electrode material. This allows to regulate the process of the material deformation and surfacing. On the basis of the data of the finite difference mathematical model for the process of electrocontact surfacing by tapes, a regulator of the electrocontact surfacing process was synthesized using the method of fuzzy neural control based on a hybrid multilayered network with direct propagation which allows to compensate for the changing parameters of the electrode material thermal state in the thermal deformation zone.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ ДВУМЯ ЛЕНТОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ С УПРАВЛЯЕМЫМ ПЕРЕНОСОСМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА

Е.В. Лаврова, доцент, В.С. Кибиш, аспирант ГВУЗ«ПГТУ»

Процесс наплавки двумя ленточными электродами, даже при использовании флюсов, рекомендуемых для электродуговой сварки, частично протекает как электрошлаковый, так как определенная доля тока шунтируется расплавленным шлаком. Это способствует снижению глубины проплавления и уменьшению доли участия основного металла в наплавленном, что позволяет получить наплавленный металл необходимого химического состава уже в 1-м или 2-м слое, в отличие от одноэлектродной наплавки, где необходимо наносить от 3-х до 5-и слоев.

Дополнительные возможности по управлению глубиной проплавления создает использование управления переносом электродного металла. Управление обеспечивается регулированием частоты вращения эксцентрика, находящегося между лентами, посредством наложения колебаний торцов лент на скорость их подачи и использования дополнительной инерционной силы для сброса капель в сварочную ванну и уменьшения их перегрева и геометрических размеров [4]. При этом величина инерционной силы зависит от нескольких параметров: амплитуды колебаний торцов ленточных электродов, связанной с величиной эксцентриситета и расстояния между ленточными электродами, а также массой капель электродного металла, величина которых определяется частотой вращения эксцентрика. В данной работе исследовался диапазон частот колебаний лент в диапазоне f = 30÷70 Гц, определенный ранее как значимый для управления переносом электродного металла.

Так, при значениях параметров режима I = 1300 А, U = 24 В и f = 50 Гц коэффициент расплавления достигает значений, характерных для электрошлаковой наплавки (26,7÷27,5 г/А·ч). Данное обстоятельство можно объяснить более равномерным распределением тепловой энергии по ширине ленточного электрода и зеркалу сварочной ванны при снижении ее средней температуры, меньшими значениями перегрева капель и потерь энергии на сброс капель в кратер.

Следует отметить, что определенную роль в этом также играет довольно высокое значение напряжения дуги, поскольку при таких значениях растут количество расплавляемого флюса и объем шлаковой ванны, что приводит к соответствующему росту тока шунтирования. Следствием данного явления является увеличение доли электрошлакового процесса и интенсификация нагрева расплавленным шлаком на «мокром» вылете электродов.

Таким образом, результаты исследований влияния частоты колебаний ленточных электродов показали, что максимальное увеличение коэффициента расплавления происходит при использовании частоты колебаний в интервале 45-55 Гц вне зависимости от остальных параметров режима.

ВИМОГИ ДО МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ З'ЄДНАНЬ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

О.В. Лаврова, доцент, М.В. Комарова, В.С. Горбатенко, студенти гр.ТіУЗ-18м ДВНЗ «ПДТУ»

В даний час найважливішою вимогою щодо забезпечення високих експлуатаційних характеристик спеціальної техніки з високоміцних

сталей є рівнопрочність зварних з'єднань, або її регламентоване деяке зниження. Однак тривалий час вважали, що не слід прагнути до отримання рівнопрочних з'єднань при зварюванні конструкцій спецтехніки з високоміцних сталей, які піддаються ударним, повторно - статичним і вібраційним навантаженням. Цю думку грунтували на експериментальних даних, що показують, що з підвищенням міцності з'єднань, яка визначається при випробуванні стандартних зразків на статичний розтяг, реальна працездатність з'єднання і зварної конструкції при випробуваннях, які імітували умови роботи з'єднань в умовах експлуатації, знижується. І тільки при узагальненні теоретичних і експериментальних досліджень було встановлено, що таке явище відбувається в тому випадку, коли випробовуються зварні з'єднання, в яких підвищення міцності властивостей супроводжується зниженням пластичності і ударної в'язкості. Якщо ж підвищення міцності досягається при збереженні пластичності і ударної в'язкості зварного з'єднання, то його працездатність зростає і наближається до величини працездатності основного металу. Цей висновок дозволив ранжувати всі зварні з'єднання за категоріями, з розробкою необхідних критеріїв і показників оцінки їх механічних властивостей, в тому числі відносної міцності і ударної в'язкості.

Відповідно до викладеного, всі зварні з'єднання корпусних конструкцій прийнято ділити на дві категорії:

I категорія - це зварні з'єднання, що мають коефіцієнт запасу міцності від 1,6 до 2,5 і схильні до дії статичних або короткочасних динамічних, вібраційних або знакозмінних навантажень; з'єднання, що працюють в агресивних середовищах, при високих і низьких температурах, а також сполуки, до яких висувають підвищені вимоги по герметичності і вимоги по стійкості до міжкристалітної корозії;

II категорії - це зварні з'єднання, що мають за тимчасовим опором коефіцієнт запасу міцності більше 2,5 і схильні до дії статичних або короткочасних динамічних, вібраційних або знакозмінних навантажень; низько навантажені з'єднання при всіх видах навантажень і працюють в агресивних середовищах.

Таке ранжування зварних з'єднань дозволяє уточнювати вимоги в залежності від їх функціонального призначення.

Відносна міцність зварних з'єднань в залежності від вихідних вимог повинна становити 0,8-0,9 міцності основного металу.

Відносна ударна в'язкість зварних з'єднань в залежності від вихідних вимог повинна становити 0,6-0,7 від ударної в'язкості основного металу. Відносну ударну в'язкість визначають, як частка від ділення ударної в'язкості зварного з'єднання на ударну в'язкість

основного металу.

РОЗРОБКА МЕТОДІВ МІНІМІЗАЦІЇ ДЕФЕКТІВ ПРИ БАГАТОПРОХІДНОМУ ДВОДУГОВИМИ ЗВАРЮВАННІ ПО ВУЗЬКОМУ ЗАЗОРУ

О.В. Лаврова, доцент, О.Ю. Бобровський, Д.В. Марковський,
В.Г. Морозов, студенти гр. ТіУЗ-18м ДВНЗ «ПДТУ»

Завдання полягає в оцінці впливу параметрів технології на якість формування зварних багатопрохідних швів при дуговому зварюванні електродом, що плавиться товстостінних корпусних конструкцій з високоміцних сталей.

Якість формування валиків окремих проходів оцінюють не тільки розмірами їх поперечних перерізів, а й формою поверхні, яка повинна бути увігнутою, так як в разі опуклої поверхні валиків при зварюванні подальшого проходу великий ризик виникнення несплавлення між шарами у кромки оброблення (рис. 1).

Основними показниками формування шарів у вузькому обробленні є товщина наплавленого шару, глибина Z проплавлення попереднього шару, висота угнутості h (або опуклості - h) поверхні валика, глибина g проплавления бічної стінки оброблення крайок (або ширина несплавлення - g).

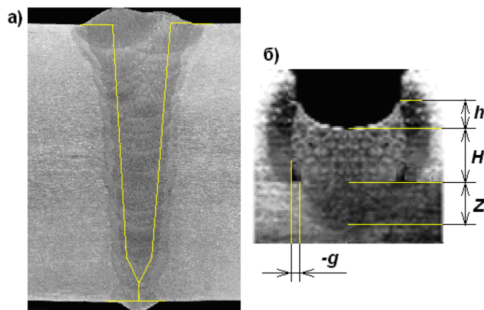


Рисунок 1 – Макрошліф багатошарового шва:
а) в вузькому обробленні і типовий дефект;
б) несплавлення між шарами у кромки оброблення – g

Шари шва з увігнутою поверхнею формуються тільки при певному поєднанні параметрів технології зварювання. Зокрема зазначено, що бажано зварювання виконувати на невеликих швидкостях і високій напрузі дуги, використовувати електродний дріт великого діаметру.

Пов'язано це з тією обставиною, що є обмежений діапазон значень швидкості подачі електрода, в якому формується валик з увігнутою поверхнею.

Параметри процесу, забезпечують необхідне формування валика, які можна підібрати експериментально, але це ускладнено у зв'язку з великим обсягом дослідів. Тому використовували методи комп'ютерного інженерного аналізу, засновані на чисельному фізико - математичному моделюванні зварювального процесу.

ВПЛИВ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ НА ЗМЕНШЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У ЗРАЗКАХ З НАДТВЕРДОЇ КЕРАМІКИ

В.І. Бурлаков, доцент, к.т.н., ДВНЗ «ПДТУ»

Важливу роль при визначенні стійкості інструменту грає наявність внутрішніх напружень в матеріалі. Боротьба з ними є важливим завданням дослідників.

Дана проблема піднімалася багатьма вченими, розглядалися процеси деформації і зміцнення металів, сплавів і композиційних матеріалів, вивчалися характеристики міцності різних матеріалів і сплавів, приділялася увага у роботах по електронної мікроскопії матеріалів.

Розробка методів релаксації залишкових напружень в даний час є нагальним і актуальним завданням. Допомогти в цьому може віброабразивна обробка.

Аналізуючи дифрактограми які отримані після віброабразивної оброки поверхні пластин з надтвердої кераміки можна зробити висновок про те, що величина залишкових напружень, знаходиться на пластині без обробки потім у міру збільшення часу обробки цей екстремум зменшується. Це однозначно говорить про те, що використовуючи вібраційну обробку можна досягти зменшення внутрішньої напруги, що призведе до збільшення терміну служби пластини з надтвердої кераміки. Стримкість пиків помітно спадає. Це пояснюється тим, що процес релаксації пройшов дуже успішно.

Залишкові мікро- і макронапруження, що виникли в матеріалі не залишаються постійними, а змінюються з плином часу. Релаксація макронапружень може супроводжуватися загальною деформацією деталі, іноді настільки значної, що вона спостерігається візуально або викликає руйнування (поява тріщини). Отже, захоплення процесом релаксації не завжди корисне заняття. До того ж, наявність якоїсь частини напружень в кераміці сприятиме зняттю матеріалу з поверхні при обробці.

На підставі вище сказаного можна зробити слідучи висновки про те, що мікронапряженія визначаються по розширенню інтерференційних

ліній на рентгенограмі. Вібраціонная обробка сприяє зниженню концентрації внутрішніх напружень приблизно на 30 %, знижує величину мікродеформацій приблизно на 5 %.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Е. В. Кудинова, к.т.н., доцент кафедры «Наноинженерия в отраслевом машиностроении» ГВУЗ «ПГТУ»

Режущий инструмент является главным звеном процесса формообразования, осуществляемого в процессе резания. От его возможности выполнять свои функции в течение как можно большего количества времени зависит качество обрабатываемых деталей, производительность и себестоимость [1].

В связи с появлением огромного числа различных материалов с повышенной твердостью возникает проблема его дальнейшей обработки. Обычные инструментальные материалы не обеспечивают новые требования к режущему инструменту. Проблема резкого снижения эксплуатационного ресурса проявляется у инструментов, работающих в условиях прерывистого резания, при обработке твердых и вязких материалов [2].

Поэтому становится все более актуальным использование твердосплавного инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками, поскольку они обладают уникальным сочетанием твердости-износостойкости и прочности-трещиностойкости. Сочетание высокой твердости и трещиностойкости имеет принципиальное значение для эффективной работы инструмента в сильно нагруженных условиях эксплуатации.

Как известно, износостойкость и трещиностойкость твердосплавного инструмента являются взаимоисключающими свойствами и при использовании традиционных подходов увеличение одного из свойств возможно только за счет снижения второго.

Повышения трещиностойкости можно достичь за счет использования сплавов с крупнозернистой и однородной структурой [2]. Так же в [3-5] было показано, что дальнейшего повышения износостойкости и трещиностойкости крупнозернистых твердых сплавов можно достичь посредством формирования в структуре сплавов округлых зерен карбида вольфрама.

Еще одним перспективным способом повышения износостойкости связующей фазы твердых сплавов без снижения прочности, пластичности и трещиностойкости является ее нано структурирование, что было показано в работах [6-8].

Использование плазменной обработки твердосплавного инструмента позволяет повысить износостойкость режущего инструмента в пределах от 1,5…2 раза и трещиностойкость в пределах 1…1,5 раза [9].

Обработка осуществлялась сверхмощной (до 30 КВт) плазменной струей, под действием которой на режущем клине инструмента, образовался поверхностного слоя с нанодисперсной структурой. В результате плазменного воздействия произошло дробление карбидных зерен, насыщение связки вольфрамом и, как следствие, ее дисперсионным твердением с выделением нанодисперсных вторичных карбидов, а также повышением адгезионной связи карбидной и связующей фаз. Что в свою очередь и привело к качественному изменению механизмов разрушения и изнашивания твердосплавного инструмента. Это свидетельствует о возможности получения на режущей кромке инструмента твердых сплавов нового класса с нанодисперсной структурой [9].

Литература

1. Москалев, А. А. Снижение сколообразования режущих лезвий твердосплавных инструментов в условиях прерывистого резания / А. А. Москалев // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 16. – С. 187–193.

2. Konyashin, I. Cemented Carbides for Mining, Construction and Wear Parts / I. Konyashin // Comprehensive Hard Materials. – 2014. – Vol. 1. – P. 425–251.

3. Kreimer, G. S. Strength of hard alloys / G. S. Kreimer. – New York : Consultants Bureau, 1968.

4. Herber R.-P., Schubert W.-D., Lux B. Hardmetals with «rounded» WC grains // International Journal of Refractory Metals & Hard Materials. – 2006. – Vol. 24. – P. 360–364.

5. Cemented carbide body with improved high temperatures and thermomechanical properties : patent N 6,692,690 B2 United States / Akerman J., Ericson T. – Date of Patent: Feb. 17, 2004.

6. Doi, H. Binder phase strengthening through precipitation of intermetallic compound in titanium carbide base cermet with high binder concentration / H. Doi, K. Nishigaki // Moder Dev Powd Met. – 1977. – Vol. 11. – P. 525.

7. 7. Nishigaki K, Yoshimura H, Doi H. Effect of aluminum nitride additions on the mechanical and cutting properties of Ti(C0.7N0.3)–15Ni–8Mo alloy // J. Jap. Soc. Powder Powd Met. – 1980. – Vol. 27. – P. 50.

8. Hornbogen, E. Dispersion hardening – the oldest nanotechnology / E. Hornbogen // Metall. – 2001. – Vol. 55. – P. 522.

9. Основы синтеза модифицированных слоев на инструментальных твердых сплавах / С. С. Самотугин [и др.] // Сверхтвердые материалы. – 2017. – № 3. – С. 78–84.

10. Авдеенко, Т. В. Разработка методов исследования структурной идентифицируемости моделей в пространстве состояний : дис. … д-ра техн. наук : 05.13.18 / Авдеенко Татьяна Владимировна. – Новосибирск, 2003. – 334 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПЛАВЛЕННЯ ДВОМА СРІЧКОВИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ З КЕРОВАНИМ ПЕРЕНЕСЕННЯМ ЕЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛУ

О.В. Лаврова, доцент, В.С. Кібіш, аспірант ДВНЗ «ПДТУ»

Важливою проблемою є вирішення питання енергоефективності та забезпечення ресурсозберігаючої технології при наплавленні стрічковим електродом. На теперішній час дослідники застосовують з цією метою контрольоване перенесення електродного металу з торцю стрічкового електроду. Встановлено, що при наплавленні двома стрічковими електродами з контрольованим механічним тепло- массоперенесенням електродного металу підвищується продуктивність процесу. Однак, відсутні дослідження, в яких розглядається схема пристрою для наплавлення під флюсом двома стрічковими електродами з керованим переносом електродного металу з торців електродів.

Тому розробка пристрою для наплавлення під флюсом двома стрічковими електродами з контрольованим перенесенням електродного металу з торців стрічкових електродів в зварювальну ванну, а також визначення впливу параметрів режиму наплавлення на параметри проплавлення основного металу і стабільності проплавлення при використанні технології наплавлення двома стрічковими електродами є актуальною темою досліджень.

Встановлено, що геометричні параметри зон проплавлення і наплавлення прямо пропорційно залежать від величин струму наплавлення і напруги на дузі. Збільшення розмірів зони проплавлення призводить до відповідної зміни частки участі основного металу, хоча ця залежність є менш вираженою. Підвищення швидкості наплавлення призводить до більш вираженого зниження глибини проплавлення і частки участі, що можна пояснити збільшенням витрат тепла дуги на плавлення флюсу.

Таким чином, розроблена конструкція дозволяє оптимізувати параметри імпульсного механічного перенесення і запобігти деформуванню стрічкових електродів, забезпечити почерговий зворотно-поступальний рух торців стрічкових електродів з оптимальними частотою і амплітудою. Це забезпечує оптимальні розміри наплавленого валика при можливості зменшення витрат електродного металу на втрати і перегрів, відповідно, енергії, що витрачається на плавлення і забезпечити ресурсосберегаючу технологію наплавлення.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННІ

Зміст

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ BIG DATA В ЕНЕРГЕТИЦІ

Є. В. Пахальчук, асистент, ДВНЗ «ПДТУ»

Декілька років тому інновації в електроенергетиці концентрувалися навколо компаній, які за рахунок використання датчиків, контролерів і спеціального програмного забезпечення робили електричні мережі більш ефективними. Сьогодні ж ці компанії стали більш зрілими, стали рости повільніше, а їх місце перспективних новачків впевнено займають розробники, що представляють рішення в області Big data. Це дуже зрозуміла еволюція - спочатку була забезпечена інфраструктура для отримання великих масивів даних про стан мережі, генерації і споживачів, згодом треба було якимось чином використовувати ці дані.

Потреба в даних і їх аналізі - це традиційна прерогатива генеруючих компаній і електромереж. Головне завдання в цьому сегменті, крім збору і передачі даних - їх візуалізація, зручна для прийняття рішень. Даний напрямок, нарівні з прогнозуванням споживання в мережі, сьогодні розглядається як ключове для постачальників рішеня.

Але основна проблема полягає в тому, що дані погано структуровані, що не дозволяє застосовувати для аналізу традиційні методи. Для кожної галузі, в енергетиці, необхідний свій підхід, так як кількість і якість інформації що оцифровується у них різні.

Незважаючи на це обмеження, великі компанії все частіше і частіше застосовують Big data при плануванні своїх майбутніх проектів. Наприклад, проаналізував велику кількість даних конкретного обладнання (сонячної панелі) по його результативності при різних погодних факторів, а також маючи дані метеослужб за цією області, можна розрахувати ефективність використання конкретного обладнання на даній території. Також це дозволяє зробити розрахунок необхідної кількості для отримання бажаних результатів. Виходячи з цього, визначається актуальність вибору місця і устаткування, також розраховується середня окупність, мінімальні і пікові навантаження.

Використання Big data може надати енергетичним компанія великі можливості, дозволяючи спрогнозувати будь-які ситуації по вже наявними даними, сформувати ефективне використання ресурсів і позбутися від деякого дорогого устаткування.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ АНАЛІЗУ І ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.Ю. Балалаєва, доцент, канд. техн. наук, А.Г. Присяжний, доцент, канд. техн. наук, О.О. Тузенко, доцент, канд. техн. наук, Д.С. Стахов, ст. гр. ВТ-16, ДВНЗ «ПДТУ»

Економія матеріальних та енергетичних ресурсів є на даний час актуальною науково-технічною задачею. Вирішення її в умовах прокатного виробництва українських підприємств можливе, наприклад, за рахунок підвищення строку експлуатації сталевих конструкцій. Цього можна досягти забезпеченням необхідних замовнику показників фізико-механічних властивостей сталевого прокату, який широко використовують як конструкційний матеріал.

Багаторічний досвід роботи металургійних підприємств дозволив накопичити експериментальні дані, які через їх надто великий обсяг і досить обмежений час на виконання замовлень споживачів буває важко використовувати. Це ускладнює визначення оптимальних параметрів технології прокатки, які забезпечать необхідні замовнику показники фізико-механічних властивостей сталевого прокату, а, отже, й підвищення строку експлуатації конструкцій, що з нього отримуватимуться.

Зазначене обумовлює зниження ефективності роботи того чи іншого металургійного підприємства та потребує створення сучасних програмних засобів, що дозволять виконувати автоматизовану обробку накопиченого обсягу експериментальних даних.

Однією з істотних проблем, що виникають при створенні єдиної бази даних, є відсутність затвердженої форми таблиці MS Excel для внесення експериментальних показників. Це пов'язано з технологічними особливостями процесу виробництва сталі, такими як різний хімічний склад марок сталі, наявність або відсутність окремих етапів виробництва тощо.

Для вирішення завдання уніфікації експериментальних даних, представлених в різних форматах в існуючих таблицях MS Excel, був розроблений алгоритм їх послідовного зчитування і верифікації, а також розроблено програмне забезпечення для аналізу фактичних даних по прокатці товстих листів і прогнозування показників фізико-механічних властивостей прокату.

Аналіз наявних таблиць MS Excel дозволив розробити структуру таблиці єдиної бази даних, яка обов'язково повинна містити такі поля:

марка сталі; фактичне значення товщини листа; фактичне значення температури початку та кінця прокатки в чистовий кліті; фактичні значення хімічного складу (вуглець і марганець обов'язкові); фактичне значення межі текучості; фактичне значення межі міцності; фактичне значення подовження, номер зразка.

Якщо хоча б з перерахованих вище обов'язкових полів є порожнім для конкретного запису, то такий рядок вважається

В якості основи програмного продукту було обрано платформу Windows Forms і мову програмування C #, що дозволяє створювати додатки під різні версії Windows. В якості СУБД було обрано SQLite.

Головне вікно програми являє собою єдину уніфіковану таблицю з усіма даними бази даних (БД). Програма дозволяє:

– імпортувати дані з таблиць MS Excel в БД;

– фільтрувати записи за заданими параметрами виробництва та марками сталі;

– експортувати наявні або відфільтровані дані в таблицю MS Excel;

– видаляти записи з БД;

– отримувати інформацію про мінімальні і максимальні значення властивостей у вибірці, а також загальне число записів.

Крім того, нижченаведені технологічні параметри або повинні бути всі три в наявності, або їх не повинно бути зовсім:

– фактичне значення температури листа перед УКО $T_{вхід\ уко}$, ^0C;

– фактичне значення температури листа після УКО $T_{вих\ уко}$, ^0C;

– фактичне значення інтенсивності охолодження ІО, ^0C.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє оптимізувати технологічні режими процесів прокатки і на цій основі підвищити ефективність роботи металургійних підприємств з точки зору забезпечення вимог споживачів щодо показників фізико-механічних властивостей сталевого прокату та зниження металомісткості конструкцій, які з нього отримуватимуться. Перспективним напрямком є подальше удосконалення розробленої програми, а саме програмна реалізація математичної моделі для прогнозування механічних властивостей майбутніх замовлень. Це дозволить скоротити час на обробку та виконання запитів клієнтів, а також знизити кількість пробних прокаток і термообробок для виправлення механічних властивостей прокату.